

VŠB -Technická univerzita Ostrava
Fakulta elektrotechniky a informatiky
Katedra elektroniky (430)

**Vozidlová dynamická válcová zkušebna – principy,
testy a analýza dat**
**Vehicles Roller Chassis Dynamometr –Principles,
Tests and Data Analysis**

VŠB - Technická univerzita Ostrava
Fakulta elektrotechniky a informatiky
Katedra elektroniky

Zadání bakalářské práce

Student: **Dalibor Chovanec**
Studijní program: B2649 Elektrotechnika
Studijní obor: 2602R014 Aplikovaná a komerční elektronika
Téma: Vozidlová dynamická válcová zkušebna - principy, testy a analýza dat
Vehicles Roller Chassis Dynamometr - Principles, Tests and Data Analysis

Zásady pro vypracování:

1. Zpracujte rešerši koncepčních řešení a funkčních vlastností vozidlových dynamických válcových zkušeben.
2. Na základě technické dokumentace k dynamické válcové zkušebně PCT 300 proveďte rešerši technický možnosti a provozních dynamických testů pro osobní vozidla. Proveďte praktické ověření celého spektra možností provozních dynamických testů s následnou analýzou naměřených dat.
3. Dle pokynů vedoucího bakalářské práce vypracujte typyzovanou laboratorní úlohu s využitím dynamické válcové zkušebny.

Seznam doporučené odborné literatury:


Dle pokynů vedoucího bakalářské práce.

Formální náležitosti a rozsah bakalářské práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.


Vedoucí bakalářské práce: **Ing. Petr Šimoník, Ph.D.**

Datum zadání: 19.11.2010

Datum odevzdání: 06.05.2011


doc. Ing. Petr Palacký, Ph.D.
vedoucí katedry




prof. RNDr. Václav Snášel, CSc.
děkan fakulty

Prohlášení studenta

„Prohlašuji, že jsem tuto bakalářskou práci vykonal samostatně.

Uvedl jsem všechny literární prameny a publikace, ze kterých jsem čerpal“.

V Ostravě dne

.....

Dalibor Chovanec

Poděkování

Děkuji vedoucímu bakalářské práce Ing. Petru Šimoníkovi, Phd. za odborné konzultace při tvorbě této práce.

Abstrakt

Tato práce pojednává o vozidlových válcových zkušebnách nebo-li dynamometrech. Vysvětluje obecně co je to dynamometr, popisuje jeho vlastnosti a k čemu se využívá. Nadále se zaměřuje na konkrétní vozidlové válcové zkušebny PCT300 (FLA20x) a postupně teoreticky popisuje celou škálu jejich využití a možností při měření vozidel.

Rovněž prakticky ověřuje v celou širší možnosti zkušebny PCT300 (FLA203). Aby bylo možno využít všechny vlastnosti této zkušebny, musel být použit grafický program.

Naměřena data jsou zobrazeny pomocí grafů a tabulek a po té vyhodnocen.

Poté tato práce obsahuje dokumentaci k vytypované laboratorní úloze, která bude využívána při výuce Automobilové elektroniky.

Klíčová slova

Vozidlová válcová zkušebna, vířivá brzda, PCT300, FLA20x, měření, výkon, točivý moment, TAT-DynoMight, přípravná opatření.

Abstract

This work talk about vehicles roller chassis dynamometers. Explains generally what is a dynamometer, describes his characteristics and what it is used. Than is focus on concrete vehicles roller chassis dynamometers PCT300 (FLA20x) and gradually abstractedly describes theory describes a wide range of options and their use in measuring vehicles.

Also It practically verified all options of vehicles roller chassis dynamometers PCT300 (FLA203). In order to use all the features of this service, you must have used a graphics program. Measured data is displayed by using graphs and tables, and then evaluated after. Thereafter, this work contains documentation of selected laboratory task, which will be used in teaching the subject Automotive electronics.

Key words

Vehicles roller chassis dynamometr, eddy current brake, PCT300, FLA20x, measure, Torque, TAT-DynoMight, arrangement measure

OBSAH

| | |
|---|----------|
| 1. ÚVOD..... | 8 |
| 2. TEORETICKÁ ČÁST..... | 9 |
| 2.1. Využití zkušeben a způsoby základního měření | 9 |
| 2.1.1. Základní využití | 9 |
| 2.1.2. Principy měření..... | 9 |
| 2.1.3. Zamezení skluzu a ztrát | 10 |
| 2.1.4. Základní informace o měření výkonu | 11 |
| 2.1.5. Základní způsob měření výkonu | 11 |
| 2.2. Vířivá brzda | 12 |
| 2.2.1. Princip činnosti vířivé brzdy a její využití | 12 |
| 2.2.2. Konstrukce vířivé brzdy..... | 13 |
| 2.2.3. Rozdělení vířivé brzdy podle uspořádání | 13 |
| 2.2.4. Chlazení dynamometru | 14 |
| 2.2.5. Regulační vlastnosti a pracovní charakteristiky vířivé brzdy | 15 |
| 2.2.6. Provozní charakteristiky vířivé brzdy..... | 16 |
| 2.2.7. Rekonstrukce dynamometru na vířivé proudy – výchozí stav | 16 |
| 2.2.8. Koncepce nového regulátoru otáček..... | 17 |
| 2.2.9. Shrnutí vířivé brzdy | 19 |
| 2.3. Válcová zkušebna PCT300 | 20 |
| 2.3.1. FLA 202..... | 20 |
| 2.3.2. FLA 203..... | 20 |
| 2.3.3. Popis zařízení | 21 |
| 2.3.4. Sada válců | 22 |
| 2.3.5. Ovládací a vyhodnocovací zařízení | 22 |
| 2.3.6. Rozdělovač signálu | 23 |
| 2.3.7. Dálkové ovládání | 24 |
| 2.3.8. Speciální příslušenství | 25 |
| 2.4. Možnosti měření na PCT300 | 28 |
| 2.4.1. Dynamické měření výkonu | 28 |
| 2.4.2. Točivý moment | 29 |
| 2.4.3. TAT- DynoMight III..... | 30 |
| 2.4.4. Statické měření výkonu (výkon na kolech)..... | 31 |
| 2.4.5. Měření tažné síly..... | 31 |
| 2.4.6. Simulace jízdy..... | 31 |
| 2.4.7. Měření zrychlení | 33 |
| 2.4.8. Měření ujeté vzdálenosti | 33 |
| 2.4.9. Kontrola tachometru | 33 |
| 2.4.10. Měření se snímačem otáček | 34 |

| | |
|---|-----------|
| 2.5. Technická data FLA 202/203..... | 34 |
| 2.5.1. Přípojky..... | 34 |
| 2.5.2. Sada válců..... | 35 |
| 2.5.3. Ovládací a vyhodnocovací jednotka | 36 |
| 2.5.4. Dálkové ovládání..... | 36 |
| 2.5.5. Dynamický výkon motoru | 37 |
| 2.5.7. Statický výkon motoru..... | 37 |
| 2.5.8. Měřicí rozsahy všeobecně..... | 37 |
| 2.5.9. Podmínky použití..... | 38 |
| 2.5.10. Úroveň akustického výkonu podle DIN 45635..... | 39 |
| 2.5.11. Elektromagnetická snesitelnost (EMV) | 39 |
| 3. PRAKTICKÁ ČÁST | 40 |
| 3.1. Technická data vozidla | 40 |
| 3.2. Příprava ke zkoušení..... | 40 |
| 3.2.1. Zapnutí zkušební stoličky | 40 |
| 3.2.2. Příprava osobních vozidel popř. lehkých užitkových vozidel | 40 |
| 3.3. Provedení měření na PCT300 | 42 |
| 3.3.1. Výkon motoru | 42 |
| 3.3.2. Točivý moment | 46 |
| 3.3.3. Výkon na kolech | 49 |
| 3.3.4. Tažná síla | 52 |
| 3.3.5. Simulace jízdy..... | 52 |
| 3.3.6. Měření zrychlení | 53 |
| 3.3.7. Ujetá vzdálenost..... | 54 |
| 3.3.8. Kontrola tachometru | 55 |
| 4. ZÁVĚR | 57 |
| 5. LITERATURA | 58 |
| 6. SEZNAM PŘÍLOH | 59 |

1. ÚVOD

V dnešní době jsou na automobily kladeny velké nároky a proto potřebujeme o vozidlech vědět co nejvíce přesných informací.

Kdybychom chtěli vozidlo testovat během běžného provozu, bylo by to velice technicky náročné a testování vozidel bez zatížení při pouhém vytáčení motoru do vysokých otáček nedokáže simulovat zatížení reálného provozu, proto se používají vozidlové válcové zkušební výkonu (válcový dynamometr).

V porovnání s běžným provozem mají válcové zkušební jistě výhody:

- Časová úspora, protože odpadnou překážky běžného provozu.
- Odpadá závislost na venkovních klimatických podmínkách.
- Mechanik se může plně koncentrovat na vozidlo a provádět důležitá měření za všech zátěžových podmínek.
- Výkon motoru, výkon na kolech a ztrátový výkon dokáže změřit v reálných hodnotách.
- Nemusí demontovat spalovací motor aby dokázal změřit výkon motoru.

Následně je možné proměření tažné síly, kontrola tachometru a počítadla kilometrů, taky jsou schopné odměřit akceleraci a průběhu točivého momentu. Veškerá měření, které se týkají oblasti motoru a hnací větve, je možné podrobně provádět pomocí zkušebních jízd na válcové zkušební výkonu.

2. TEORETICKÁ ČÁST

2.1. Využití zkušeben a způsoby základního měření

2.1.1. Základní využití

Měření na válcovém dynamometru je mnohem operativnější než na dynamometru motorovém, kde je nutné vyjmout motor z vozidla. Dle potřeb lze dodat dynamometry pro měření motocyklů, osobních automobilů, čtyřkolek, motokár, atd. Vozidlo je připevněno k válcové stolici popruhy z důvodu vyšší bezpečnosti a pro lepší přenos měřené síly.

Nejběžnější způsob měření je dynamickou zkouškou, kdy je motor zatížen setrvačností válce a ostatních rotujících dílů. Zkouška je provedena během akcelerace vozidla a výsledek prakticky ihned vyhodnocen. Měřící stolice jsou i v provedení s elektrickým retardérem, který zatíží motor a je možno provádět důkladnější ladění motoru, vhodné např. pro tvorbu palivových map. Statická zkouška je buď řízena automaticky, nebo manuálně dle potřeb. Měření probíhá tak, že válec stolice stabilizuje motor na zvolených otáčkách požadovanou dobu bez ohledu na aktuální výkon motoru. Během této doby lze např. měnit dobu vstříku, velikost předstihu natočení výfukové přívěry atd.

Zařízení se využívá běžně v základní formě pro měření průběhu krouťacího momentu a výkonu nebo dle potřeb rozšiřovat dalšími snímači pro přehled dějů v motoru. Praktické je např. snímání složení směsi pomocí lambda sondy. Nebo rozšířené měření se sledováním polohy škrtní klapky, teploty/tlaku vzduchu, teploty motoru atd. [1]

2.1.2. Principy měření

Velkou řadu problémů s chodem motoru nelze řešit jinak než právě díky válcovému dynamometru. Stejně jako obsluha osciloskopu při diagnostice elektronických zařízení, tak i nastavení podmínek při měření výkonu na dynamometru, vyžadují dobré znalosti problematiky pro předcházení chybných měření. Základní znalostí o dynamometru mezi běžnými uživateli vozidel je především schopnost změřit výkon

Pochopením základních teoretických principů měření snadno odhalí možnost vzniku chyb a hlavně jejich vyvarování. Standardní měřící zkouškou je zkouška dynamická. Dynamometr pro dynamickou zkoušku je z hlediska konstrukce velmi jednoduché zařízení a vyžaduje pouze tuhý rám pro přesně vyvážené válce, na kterém je posazen hnací souprava vozidla. Válec je výhodnější mít těžší a hmotnosti se pohybují od 140kg až do 800kg. Dynamická zkouška využívá pouze setrvačných hmotností jak samotného válce tak nepřímo i momentů setrvačnosti jednotlivých rotujících dílů vozidla (převodovka, spojka, hnacích kol) pro zatížení motoru. Některá zařízení vyžadují zadávat moment setrvačnosti pro každé vozidlo, některá potřebují znát jen moment setrvačnosti samotného válce (ten je trvale zadán v

softwaru a nemění se). U dynamometrů, které potřebují zadat moment setrvačnosti rotujících hmot motocyklu je jistý problém v tom, že tyto hodnoty lze zadat jen orientačně dle typu motoru, typu přenosu síly apod.

Při dynamické zkoušce je znám moment setrvačnosti a průběžně měřeno úhlové zrychlení válce. Součin těchto dvou veličin udává výsledný kroutící moment na válci.

Matematicky řečeno $M = \omega \cdot I$, kde M -kroutící moment [Nm], ω -úhlové zrychlení [$\text{rad} \cdot \text{s}^{-2}$], I -moment setrvačnosti [$\text{kg} \cdot \text{m}^2$]. Jedinou měřenou veličinou při dynamické zkoušce je úhlové zrychlení válce. Vzhledem k přenosu síly z motoru na válec přes dvě kritická místa s možností prokluzu (spojka, pneumatika-válec) mohou být výsledky zkresleny. V případě začátku skluzu (nemusí být 100%) je válec urychlován méně než by bylo v případě funkčního spojení. Často následně dochází k ohřevu pneumatik. Rotující hmoty motoru mají v sobě naakumulovanou jistou část energie a ta se projeví jako větší zrychlení válce a následně vyššího kroutícího momentu než ve skutečnosti z motoru vychází. Základní vlastností převodu je změna kroutícího momentu a proto je vhodné pro snížení rizika skluzu pneumatiky používat nejvyšší možný rychlostní stupeň (u slabších motorů není nutné). Dochází ale zákonitě k vyšším otáčkám válce při maximálních otáčkách motoru, což vyžaduje jeho přesné vyvážení, protože jinak by se dynamometr mohl rozkmitat a výrazně přetížit uložení válce nebo odnést neukotvený dynamometr ze svého místa. Celkový převod je dán mj. i poměrem otáček motoru ku otáčkám válce. Stačí tedy měřit otáčky motoru (ze zapalování nebo vstřikování) a schopný software vypočítá převodový poměr v průběhu celé zkoušky.. Správně by měl být převodový poměr ve všech otáčkách (při zkoušce se jede na jeden rychlostní stupeň) konstantní. K riziku skluzu pneumatiky dochází samozřejmě při větších přenášených silách. [2]

2.1.3. Zamezení skluzu a ztrát

Způsobů jak zamezit skluzu u výkonných strojů je několik. Hlavní podmínka je dobře zahřátá pneumatika a použití nejtěžšího možného převodu (nejvyšší rychlostní stupeň), dále je pak možno zvýšit tření speciálním sprayem proti prokluzu a zvýšením přtlaku stahovacími popruhy. Po cestě výkonu od motoru k hnacím kolům však vlivem účinnosti převodů (80-90% celkově) vznikají ztráty, přeměňující energii především v nevyužitelné teplo. Hlavním zdrojem ztrát je odvalování pneumatik, které závisí hlavně na tlaku. Proto je nutné mít pneumatiky nahuštěny na potřebný tlak dle hodnot, které uvádí výrobce pro plně zatížené vozidlo. [2]

Před všemi zkušebními jízdami, které se provádějí ve spojitosti s výkonovou brzdou, jakož i u vozidel s předním pohonem s výkonem motoru nad 50 kW, se musí zvýšit zásadně tlak v pneumatikách hnacích kol o 0,1 MPa (1 bar). [5]

2.1.4. Základní informace o měření výkonu

K měření výkonu spalovacího motoru vozidla bez nutnosti demontáže na zkušebnu motorů slouží válcový vozidlový dynamometr. Jeho činnost lze zjednodušeně popsat následovně. Spalovací motor přenáší výkon na hnací kola vozidla, ta třením roztáčí zkušební válce dynamometru (z konstrukčního hlediska se může jednat o jednoválcové či dvouválcové výkonové zkušebny). K válci je připojeno zařízení (z principu měření energie existují vířivé, hydraulické či elektrické brzdy), které klade otáčejícímu se kolu brzdný odpor a umožňuje regulaci jeho velikosti. Tento brzdný moment vyvolává reakční moment stejné velikosti ale s opačným smyslem a jelikož válce jsou spojeny s rotorem brzdného zařízení a poháněny koly vozidla, přenáší se reakční moment přes stator na siloměrné zařízení - tenzometr. Měřením velikosti reakčního momentu lze určit obvodové hnací síly na kolech vozidla a při znalosti otáček, resp. rychlosti otáčení je možné vypočítat výkon. [3]

2.1.5. Základní způsob měření výkonu

Nejběžnější způsob měření výkonu je dynamickou zkouškou schopnou vyřešit spoustu problémů s chodem motoru a nastavení směsi. Jistou nevýhodou je však někdy malé a krátké zatížení motoru, které je možno dořešit dynamickou zkouškou se zatížením pomocí retardéru. Zařízení je poněkud složitější a vyžaduje i ovládací software. Brzdou sílu vykonává nejčastěji vířivá brzda, která má tvar kotoučové brzdy, kde se nevyužívá třecí síly jako u brzd vozidel, ale brzdná síla vzniká tvorbou vířivých proudů vlivem elektromagnetického pole. U motorových brzd např. výrobce SuperFlow je k brzdě síle využito kapaliny. Využitelnost brzdy je větší při statické zkoušce, která využívá jiných principů než zkouška dynamická a má i odlišný průběh. Při statické zkoušce je vyvíjena taková brzdná síla válce, aby motor držel na konstantních otáčkách předem nadefinovaných po určitou dobu (běžně kolem 2s). Při tomto brzdění válce dochází ke vzniku síly mezi rámem dynamometru a elektromagnety (obdobně jako mezi třmenem brzdy a rámu vozidla).

Tato síla je elektronicky měřena a vynásobením vzdáleností od osy válce vychází hodnota kroutícího momentu. Nevýhodou je, že výsledný graf není spojitý, ale pouze bodový a nevíme co se mezi body děje. Výhodou je prohrátí motoru a nezávislost na těžko definovatelné veličině „moment setrvačnosti“ a měření tak v absolutní hodnotě má lepší výsledky. Hodnota kroutícího momentu resp. síly na v siloměru je zobrazena aktuálně a jeden ze způsobů nastavení palivového systému případně předstihu je ten, kdy dynamometr drží konstantní otáčky a obsluha mění parametry chodu motoru tak, aby hodnota ze siloměru vycházela maximální. Po naladění v daných otáčkách se dá povel dynamometru k posunutí na další nadefinované otáčky. Zkouška může být však dlouhá a je nutné zajistit správné chlazení.

V souvislosti s měřením výkonu je dobré mít na paměti i určité pojmy a vztahy týkající se této problematiky. Běžné měření, které je závislostí různých veličin na otáčkách

motoru je nazýváno rychlostní (nebo otáčkovou) charakteristikou. Ve většině případů se jedná o měření pro plně zatížený motor („plný plyn“) pod dodatkem „vnější“ otáčková charakteristika. Zážehový motor při škrcení se drží na konstantním výkonu a toho se často využívá při snížení výkonu motocyklu pro splnění výkonnostních limitů dle řidičského oprávnění majitele. Způsobů je několik, ale všechny vycházejí z principu omezit plnění motoru (zúžením sacího kanálu). Při konstantním výkonu motoru v pásnu otáček musí zákonitě klesat krouticí moment (aby byl konstantní součin $M \cdot n$). Vznětové motory mají regulaci kvalitativní (složením směsi a ne jejím množstvím jako motor zážehový) a chování na méně sešlápnutý akcelerační pedál je odlišné ve změně výkonu a krouticího momentu. [2]

2.2. Vířivá brzda

2.2.1. Princip činnosti vířivé brzdy a její využití

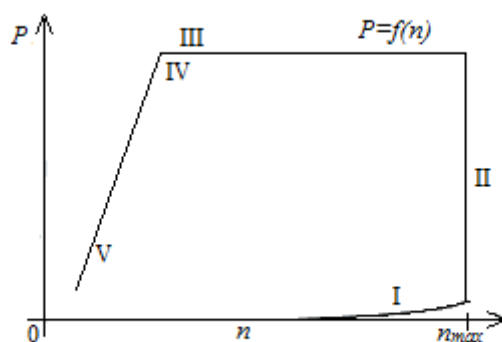
Vířivá brzda je elektrický točivý stroj, který se využívá pro zatěžovací zkoušky pohonných jednotek. Vířivou brzdou lze použít pouze v brzdných kvadrantech roviny $w - M$. Otáčkový rozsah je poměrně velký – vyrábějí se brzdy pro otáčky až do $20\,000\text{ min}^{-1}$. Mezní hodnoty brzdných výkonů se pohybují kolem $3\,000\text{ kW}$. Vzhledem k uvedeným vlastnostem se vířivé brzdy s výhodou nejčastěji používají pro zkušební zatěžování spalovacích motorů a pro brzdění válců při zkouškách motorových vozidel. V současnosti jsou vířivé brzdy mnohdy součástí rozsáhlých automatizovaných zkušebních a měřicích pracovišť.

Vířivá brzda využívá pro vytvoření brzdných účinků vířivé proudy uzavřené nakrátko v tělese magnetického obvodu. Rotor je z oceli a má tvar ozubeného kola. Na statoru je budicí cívka, kterou protéká stejnosměrný proud, jenž budí v magnetickém obvodu magnetický tok. Rotor se otáčí v magnetickém poli statoru a vlivem střídání zubu a mezery rotoru se mění magnetický odpor magnetického obvodu a tím i magnetický tok. Změna magnetického toku způsobuje indukování napětí v magnetickém obvodu, v důsledku čehož začnou obvodem protékat vířivé proudy. Působením vířivých proudů se vytvoří brzdný moment, přičemž velikost tohoto momentu je říditelná změnou proudu v budicí cívkce. Energie vířivých proudů je dána energií, která je dodána zkoušenou pohonnou jednotkou, a mění se v tělese magnetického obvodu vířivé brzdy na teplo. K odvodu tohoto tepla musí být vířivá brzda vybavena účinným chladicím systémem.

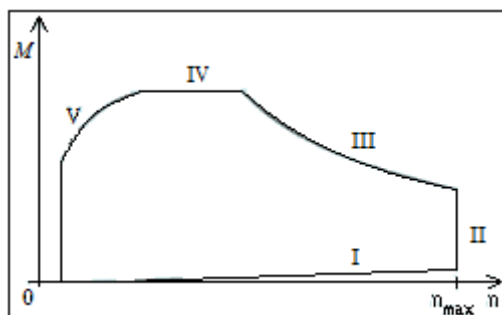
Po elektrické stránce lze vířivou brzdou považovat za synchronní stroj s počtem pólů rovným počtu zubů rotoru a s nekonečným počtem fází. Kotva tohoto fiktivního synchronního stroje je spojena nakrátko. Frekvence vířivých proudů je dána součinem mechanické úhlové rychlosti rotoru a počtu zubů. Při nulové mechanické rychlosti rotoru nedochází ke změně magnetické vodivosti, ke vzniku vířivých proudů, a tudíž ani k vytvoření momentu. [4]

2.2.2 Konstrukce vířivé brzdy

Velkou výhodou vířivé brzdy je její konstrukční jednoduchost, robustnost a vzhledem k výkonům, se kterými se pracuje, i malé rozměry; např. rotor brzdy s výkonem asi 50 kW má průměr asi 20 cm a délku přibližně 15 cm. Počet zubů rotoru se pohybuje okolo deseti.



Obrázek 1: Pracovní oblast vířivé brzdy v souřadnicích $P - n$



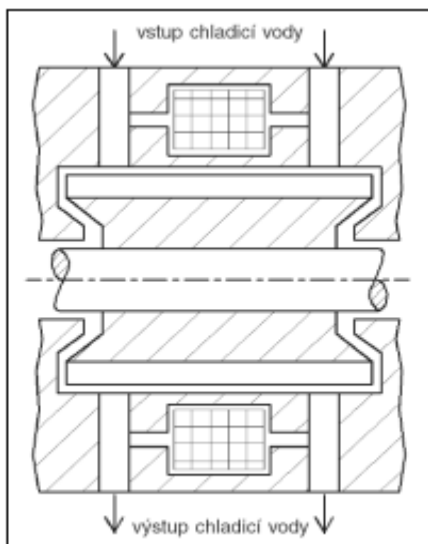
Obrázek 2: Pracovní oblast vířivé brzdy v souřadnicích $M - n$

Z hlediska principu brzdy nezáleží na tom, která část brzdy je rotační. Z konstrukčního hlediska je jednodušší konfigurace s budicí statorovou cívkou, proto se toto řešení používá v praxi. U starších dynamometrů je však v ložiskách otočně umístěn i stator. Silová reakce se potom přenáší na ukazatel váhy, obdobně jako u dynamometrů se stejnosměrným strojem, což umožňuje při měření odečítat hodnotu momentu. U novějších dynamometrů se někdy používají tenzometrické snímače momentu. [4]

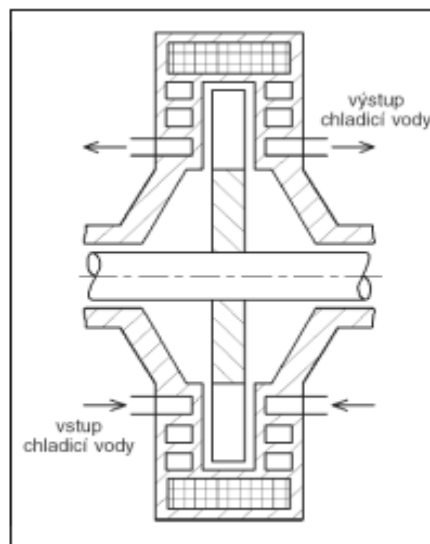
2.2.3. Rozdělení vířivé brzdy podle uspořádání

Podle geometrického uspořádání lze vířivé brzdy rozdělit do dvou skupin: s radiální a s axiální vzduchovou mezerou v magnetickém obvodu. Brzdy s radiální vzduchovou mezerou (obr. 3) mají podobné uspořádání mezery jako běžné točivé stroje. U brzd s axiální

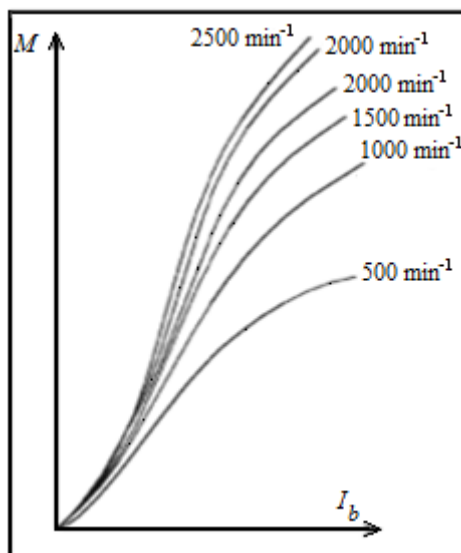
mezerou (obr. 4) má rotor tvar kruhové desky s vysokými zuby. Magnetický tok vybudovaný budicí cívkou prochází mezi dvěma polovinami statoru. V mezeře mezi oběma polovinami procházejí při otáčení mezery a zuby rotoru a dochází ke změnám magnetické vodivosti a velikosti magnetického toku. Koncepte s axiální vzduchovou mezerou dovoluje zmenšit rozměry a hmotnost zařízení.



Obrázek 3: Konstrukční řešení vířivé brzdy s radiální vzduchovou mezerou [4]



Obrázek 4: Konstrukční řešení vířivé brzdy s axiální vzduchovou mezerou [4]



Obrázek 5: Závislost brzdného momentu vířivé brzdy na budícím proudu [4]

2.2.4. Chlazení dynamometru

Zásadní význam při konstrukci vířivé brzdy má odvod ztrátového tepla. V praxi se používají tři způsoby: vzduchové chlazení, vodní chlazení přímé a vodní chlazení nepřímé.

V případě přímého vodního chlazení vstupuje chladicí voda do horní části statoru. Určité množství vody je vedeno kolem budicí cívky, zbývající část je vedena přímo do prostoru rotoru. Ze stroje je odváděna chladicí voda ve spodní části statoru. Při nepřímém chlazení je chladicí voda rozváděna po stroji speciálními chladicími kanálky. Ty vedou chladicí vodu zejména do okolí budicí cívky a do okolí aktivní vrstvy statoru, ve které vzniká největší množství ztrát. Budicí cívka i aktivní vrstva jsou od chladicí vody odděleny stěnou chladicího kanálku. Brzdy se vzduchovým chlazením jsou konstrukčně nejjednodušší, avšak množství odvedeného tepla je značně limitováno. Brzdy s přímým vodním chlazením jsou relativně jednoduché, avšak při vyšších otáčkách rychle vzrůstají ztráty třením o chladicí vodu, které jsou úměrné třetí mocnině otáčivé rychlosti a jejich brzdňý moment začíná převyšovat hodnotu momentu daného vířivými proudy. Proto již nelze v této oblasti brzdňý moment řídit velikostí proudu budicí cívky. Brzdy s přímým vodním chlazením se používají do otáček 6 000 až 7 000 min⁻¹, pro větší otáčky se používají brzdy s nepřímým vodním chlazením.

Průmyslově vyráběné dynamometry na vířivé proudy jsou dodávány včetně zařízení pro vyhodnocování momentu, např. váha nebo tenzometrický snímač, a pro vyhodnocování otáček.

U dynamometrů s vodním chlazením je obvykle nutné přísně kontrolovat přítomnost chladicího média. V případě absence chladicí vody se vlivem zvýšené teploty velmi rychle zdeformuje materiál a následně se zadře rotor, což často vede ke zničení stroje.

U nás dynamometry na vířivé proudy vyrábí již od padesátých let firma VÚES Brno. Ceny dynamometrů na vířivé proudy v rozmezí výkonů od 50 do 100 kW se pohybují přibližně od 120 000 Kč do 180 000 Kč.

2.2.5. Regulační vlastnosti a pracovní charakteristiky vířivé brzdy

Je-li vířivá brzda chápána jako regulovaná soustava, lze si ji zjednodušeně z hlediska průběhu základních provozních charakteristik představit jako cize buzený stejnosměrný stroj, který má zkratovanou kotvu a jehož brzdňý moment se řídí změnou budicího statorového proudu. Aby bylo možné tuto představu využívat, je třeba uvést několik zpřesnění a doplnění.

Z regulačního hlediska je vířivá brzda členem se zesílením a časovou konstantou prvního řádu. Zesílení je dáno závislostí brzdňého momentu na budicím proudu (obr. 5).

Tato závislost v nenasycené oblasti je přibližně přímková, stejně jako v případě stejnosměrného stroje s cizím buzením se zkratovanou kotvou. Zesílení však není ve všech režimech konstantní, a to vlivem mnoha nelinearit. Z nich se nejvíce projevuje remanentní magnetismus – způsobuje zaoblení charakteristiky $M = f(I_B)$ na otáčkách. V celém rozsahu otáček se vířivá brzda tedy chová jako značně nelineární člen.

Časová konstanta je při regulaci brzdného momentu dána elektromagnetickou časovou konstantou budicího vinutí. Aby bylo dosaženo velké magneto-motorické síly při relativně malém budicím proudu, a tudíž i malém budicím výkonu, má budicí cívka dosti velký počet závitů (řádově stovky), čímž roste její indukčnost a časová konstanta vinutí.

Elektromagnetické časové konstanty budicích cívek vířivých brzd se řádově pohybují v jednotkách sekund.

Budicí výkony vířivých brzd jsou malé, řádově desítky wattů. Proudů budicí cívky se obvykle pohybují v hodnotách jednotek ampérů, napětí v hodnotách desítek voltů a odpory v hodnotách desítek ohmů. Zesílení výkonu je tudíž u vířivé brzdy velké.

Vzhledem k nelineární povaze vířivé brzdy a vzhledem k velké časové konstantě budicího vinutí nejsou tyto dynamometry vhodné pro dynamické zkoušky, ale používají se téměř výhradně k proměřování vlastností pohonných soustav v ustálených stavech. [4]

2.2.6. Provozní charakteristiky vířivé brzdy

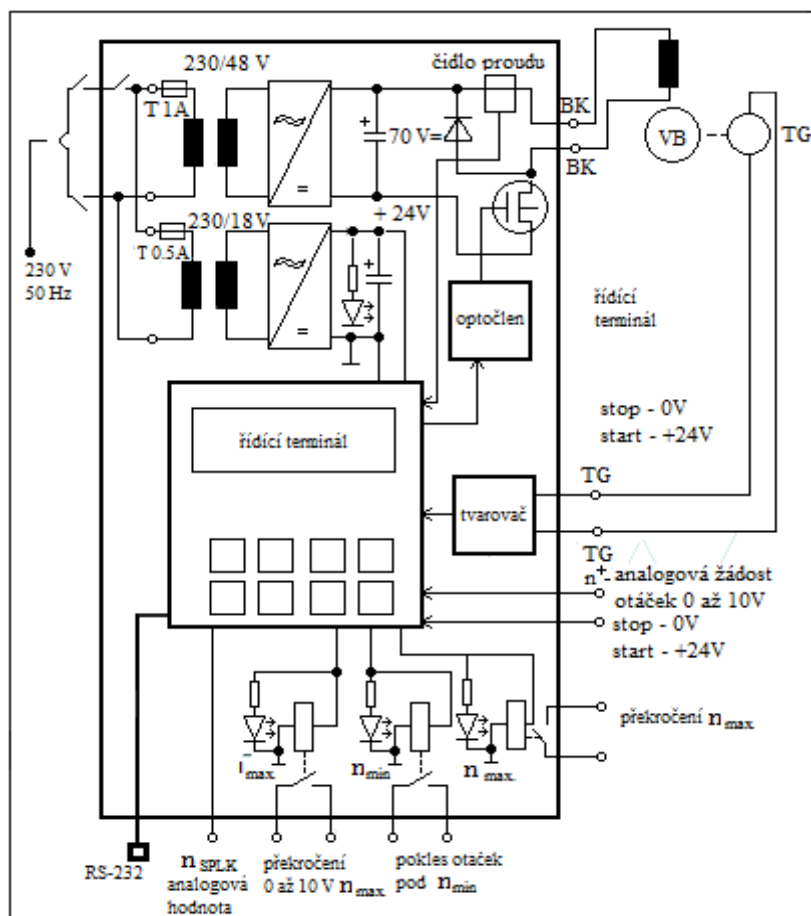
Věnujme se nyní dalším provozním charakteristikám vířivé brzdy. Na obr. 1 je znázorněna pracovní oblast v souřadnicích $P - n$.

Tato oblast je ohraničena pěti úseky: zdola – úsek I – projevuje se omezení brzdným účinkem chladicí vody u brzd s přímým vodním chlazením, zprava – úsek II – je omezení maximálními otáčkami, shora – úsek III – je pracovní oblast omezena maximálním přípustným tepelným výkonem a zleva se v dolní části – úsek V – projevuje omezení maximálním budicím proudem a sycením magnetického obvodu a v horní části – úsek IV – se projevuje omezení měřičem momentu.

Stejná omezení jsou v souřadnicích $M - n$ znázorněna na obr. 2. [4]

2.2.7. Rekonstrukce dynamometru na vířivé proudy – výchozí stav

Vířivé brzdy mají radiální uspořádání vzduchové mezery a přímé vodní chlazení. Dynamometry jsou vybaveny snímači momentu s váhou a šesti-pólovými střídavými tachogenerátory. Dynamometry byly dodány včetně zdrojů budicího proudu, které rovněž zabezpečovaly automatickou zpětnovazební regulaci střední hodnoty otáček s přesností regulace asi $\pm 30 \text{ min}^{-1}$. Koncepce původního zdroje a regulátoru je poplatná době vzniku zařízení. Akčním členem pro řízení velikosti budicího proudu je fázově řízený thyatron v zapojení jedno-pulzního usměrňovače. Regulační část je velmi jednoduchá a zabezpečuje i vyhodnocování signálu tachogenerátoru jeho usměrněním a vyfiltrováním pomocí vyhlazovacího kondenzátoru. [4]



Obr. 6 Blokové schéma regulátoru otáček dynamometru na vířivé brzdy.

2.2.8. Koncepce nového regulátoru otáček

Koncepce výkonové části regulátoru byla oproti původnímu řešení změněna. Z jednofázové napájecí sítě 230 V, 50 Hz je přes vypínač a pojistku přivedeno napětí na primární vinutí hlavního transformátoru 230/48 V. Ze sekundárního vinutí transformátoru je napájen diodový usměrňovač, jehož výstupní stejnosměrné napětí je vyhlazeno kondenzátorem. Velikost tohoto napětí je asi 70 V. Budicí vinutí dynamometru je napájeno z tohoto napěťového zdroje přes pulzní měnič na bázi výkonového tranzistoru FET. Maximální výstupní proud je 2,5 A, maximální výstupní napětí regulátoru, kterým je napájeno budicí vinutí, je asi o 50 % vyšší než jmenovité napájecí napětí budicí cívky. Tato skutečnost není dána požadavkem na buzení cívky v ustáleném stavu proudem vyšším než jmenovitým, ale cílem je dosáhnout vyšší dynamiky jevů v budicím obvodu v přechodných stavech.

Přes další transformátor 230/18 V je napájen usměrňovač, jehož výstupní napětí je po filtraci kondenzátorem použito k napájení řídicí jednotky stejnosměrným napětím 24 V. Kromě toho

je z tohoto napětí pomocí DC/DC měniče vytvořeno symetrické napětí ± 12 V, které je potřebné k napájení dalších řídicích elektronických obvodů.

Při měřeních na stanovišti s popisovaným dynamometrem je požadován pouze režim automatické zpětnovazební regulace otáček. Algoritmus regulátoru a další řídicí a ochranné funkce zabezpečuje centrální řídicí člen, jímž je kompaktní průmyslový řídicí terminál s dvouřádkovým displejem a jednoduchou klávesnicí, osazený šestnáctibitovým jednočipovým mikroprocesorem. Akčním členem zpětnovazební otáčkové smyčky je tranzistor pulzního měniče, který pracuje se šířkově pulzní modulací. Zpětnovazební signál otáček je získán pomocí původního tachogenerátoru. Akční veličinou je poměrná doba sepnutí tranzistoru pulzního měniče.

Při volbě koncepce otáčkového regulátoru, který reguluje nelineární soustavu, bylo možné zvolit jednu z těchto možností:

- lineární regulátor
- lineární regulátor s adaptací parametrů v závislosti na otáčkách a sycení magnetického obvodu vířivé brzdy
- dvouhodnotový regulátor
- fuzzy regulátor

Při volbě koncepce regulátoru bylo třeba zohlednit tyto skutečnosti:

- není požadována velká dynamika regulace, měřit se bude jen v ustálených stavech
- velká elektromagnetická časová konstanta budicího vinutí, bylo změřeno 1,3s
- požadavek na co nejmenší kolísání otáček v ustáleném stavu s minimální trvalou regulační odchylkou
- volba pokud možno jednoduchého regulačního algoritmu pro dosažení dostatečně velké rychlosti vykonávání tohoto algoritmu mikroprocesorovým systémem.

Obecně se jeví velmi jednoduchá a kvalitní dvouhodnotová regulace – tento způsob byl u daného zařízení ověřován. V závislosti na polaritě regulační odchylky otáček byl zapínán či vypínán tranzistor pulzního měniče. Vzhledem k velké časové konstantě budicího vinutí, která je srovnatelná s mechanickou časovou konstantou, však docházelo k velkému kmitání otáček, a tento způsob se ukázal jako nepoužitelný.

S ohledem na to, že nebyly kladeny téměř žádné požadavky na dynamiku, byl použit lineární regulátor PI s dominantní integrační složkou. Perioda výpočtu tohoto regulátoru je, stejně jako perioda šířkově pulzní modulace pulzního měniče, 10 ms, což je vzhledem

k velké časové konstantě budicího vinutí doba dostatečně krátká. Pro klidnější chod při přechodu mezi dvěma ustálenými stavy byla navíc dosazena rampa žádané hodnoty otáček.

Regulace se zapíná a vypíná z klávesnice řídicího terminálu. Na displeji se zobrazuje skutečná hodnota otáček a proudu budicí cívky dynamometru. Zároveň je možné z klávesnice řídicího terminálu nastavit žádanou hodnotu otáček po jednotkách otáček, minimální a maximální otáčky a hodnotu proudového omezení. Překročení jmenovaných mezních hodnot je indikováno signálkou. Pro případné zapojení zařízení do systému automatického měření je připraven analogový vstup pro žádanou hodnotu otáček, logický vstup pro rychlé blokování zařízení, logické výstupy kopírující stavy signálků, analogový výstup se skutečnou hodnotou otáček a sériová linka RS-232.

Rozsah regulace otáček je od 120 do 7 000 min^{-1} , rozsah měření otáček vyhodnocovaných z doby trvání jedné periody výstupního napětí tachogenerátoru je od 80 do 10 000 min^{-1} .

Blokové schéma regulátoru je na obr. 6. [4]

2.2.9. Shrnutí vířivé brzdy

Vířivá brzda je zátěžové zařízení, které se vyznačuje jednoduchostí, snadným řízením, velkým rozsahem otáček a výkonu a relativně malými rozměry. Lze ji však využívat jen v brzděném režimu, což není na závadu při zkouškách spalovacích motorů. Nevýhodou je i nemožnost proměřování pohonných jednotek v dynamických stavech.

Popsaná jednotka regulátoru plní všechny potřebné funkce při měření v ustálených stavech. Ve srovnání s původní regulační jednotkou pracuje regulátor s třetinovým kolísáním střední hodnoty otáček, tj. s kolísáním maximálně $\pm 10 \text{ min}^{-1}$.

Tato hodnota koresponduje s kolísáním okamžitých otáček, které se u spalovacího motoru běžně mění vlivem nerovnoměrného momentu rovněž v rozmezí $\pm 10 \text{ min}^{-1}$.

Dynamika regulace dynamometru je malá, nastavená rampa žádané hodnoty otáček, která vstupuje do regulátoru, je 1 500 ot/min/min . To však není na závadu, neboť při proměřování spalovacího motoru v ustáleném stavu je vždy nutné, aby se po přechodném jevu poměry ve spalovacím motoru ustálily. Při pomalém přechodu spalovacího motoru mezi dvěma ustálenými stavy, který je dán rampou otáček regulátoru, nedochází k výrazným dynamickým jevům, po kterých by bylo nutné nechat před měřením spalovací motor určitou dobu ustálit. [4]

2.3. Válcová zkušebna PCT300

2.3.1 FLA 202

Zkušebna výkonu FLA 202 se skládá z:

- sady válců se setrvačником
- dálkového ovládání se zobrazováním měřených hodnot
- řídicí a vyhodnocovací jednotky integrovaným barometrem
- disketové mechaniky s provozním systémem
- adaptéru s teplotním snímačem nasávaného vzduchu, indukčními kleštěmi pro měření otáček u zážehových motorů, přípojky pro měření otáček u vznětových motorů

Disketa obsahuje následující testovací programy:

- výkon motoru (výkon na kolech a ztrátový výkon, měřeno dynamicky)
- měření zrychlení
- kontrola tachometru a měření ujeté vzdálenosti
- uložení, načtení, konfigurování.

Všechny výsledky jednotlivých druhů měření jsou vícenásobně uložitelné. [5]

2.3.2 FLA 203

Zkušebna výkonu FLA 203 sestává z:

- sady válců s vířivou proudovou brzdou
- dálkového ovládání se zobrazováním měřených hodnot
- řídicí a vyhodnocovací jednotky s integrovaným barometrem
- disketové mechaniky s provozním systémem
- nosného sloupu s výkonovou částí, otočným věncem, podstavcem a uzamykatelným hlavním vypínačem
- adaptéru s teplotním snímačem nasávaného vzduchu, indukčními kleštěmi pro měření otáček u zážehových motorů, přípojky pro měření otáček u vznětových motorů

Disketa obsahuje následující testovací programy:

- výkon motoru (výkon na kolech a ztrátový výkon, měřeno dynamicky)
- výkon na kolech (měřeno staticky s vířivou proudovou brzdou)
- měření tažné síly

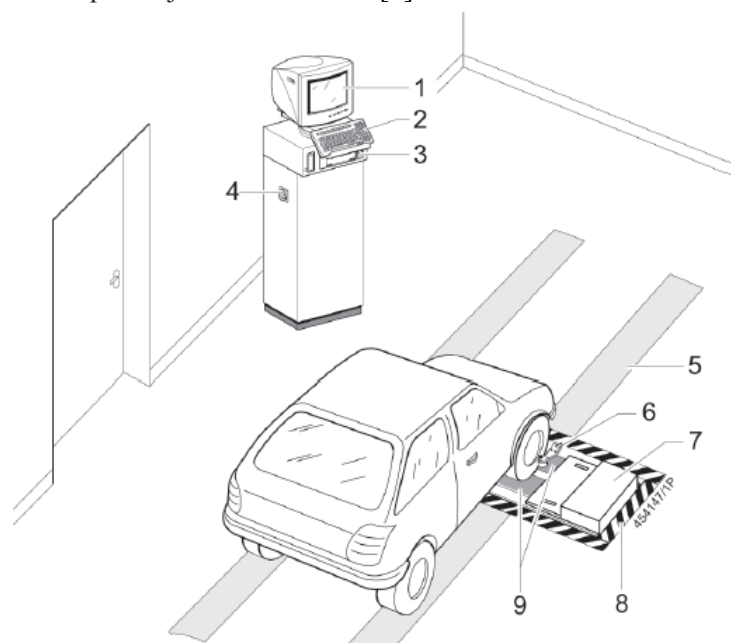
- měření zrychlení
- kontrola tachometru a měření ujeté vzdálenosti
- simulace jízdy (se zadáním valivého odporu a odporu vzduchu)
- uložení, načtení, konfigurování.

Všechny výsledky jednotlivých druhů měření jsou vícenásobně uložitelné. [5]

2.3.3. Popis zařízení

Zkušební stolice funkcí a výkonů FLA 20x sestává ze dvou hlavních konstrukčních jednotek:

- Ovládací a indikační jednotka, sestávající z ovládacího a vyhodnocovacího zařízení, nosný sloupek (částečně zvláštní příslušenství), rozdělovač signálů a dálkové ovládání. Jako zvláštní příslušenství se přidavně dodává 17“-monitor s otočným věncem a klávesnice.
- Sada válců, různá odpovídající variantě FLA. [6]



Obrázek. 7: Přehled měřicího pracoviště. [6]

Legenda k obrázku 7:

1. Monitor s otočným věncem, 2. Klávesnice
3. Ovládací a vyhodnocovací zařízení (s rozdělovačem signálu a dálkovým ovládáním, nejsou zobrazeny)
4. Nosný sloupek s uzamykatelným hlavním vypínačem
5. Vodicí značky, 6. Vodicí kladky
7. Krycí plech (s větracími otvory pro chlazení brzdy brzděné vířivými proudy)
8. Varovný nátěr, 9. Sada válců (zatěžovací a opěrné válce)

2.3.4. Sada válců

V pozinkované ocelovém rámu jsou umístěny oba zkušební válce s průměrem 318 mm a s využitelnou šířkou 2200 mm. Mezi oběma zkušebními válci je umístěno zvedací zařízení.

Ve vysunutém stavu blokuje válce a umožňuje tak bezproblémové projíždění přes zkušební stolicí. Na pravé straně rámu ve směru jízdy je u FLA 202 montován setrvačnick a u FLA 203/206 brzda brzděná vířivými proudy. Brzda brzděná vířivými proudy je spojena vyrovnávací spojkou se zkušebními válci.

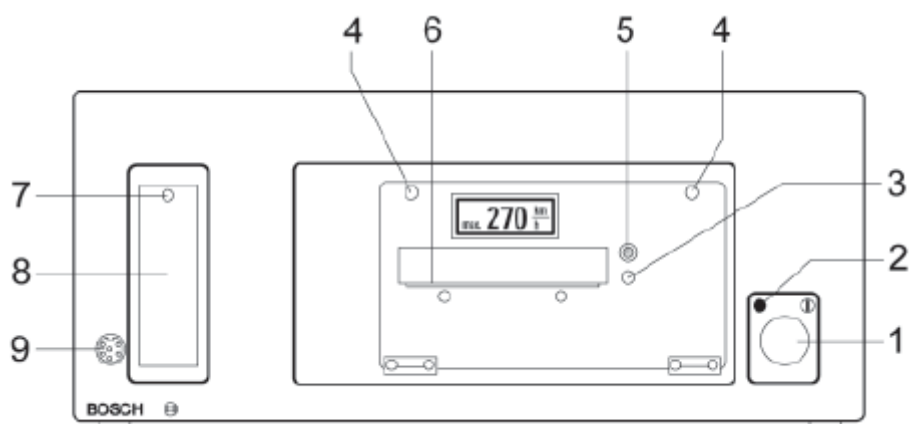
U FLA 206 (provedení pro pohon všech kol) se používají dvě sady válců. Sada válců pro zadní nápravu je pevně montována, sada válců pro přední nápravu se pomocí hydraulického přestavného zařízení nastavuje na vzdálenost náprav zkoušeného vozidla. Kryty jsou spojeny se zkušební stolicí a nepřestavují se při změně vzdálenosti náprav. Hydraulický agregát je montován v montážní jámě mezi sadami válců. [6]

2.3.5. Ovládací a vyhodnocovací zařízení

V ovládacím a vyhodnocovacím zařízení je instalován počítač s disketovou mechanikou. Je zde k dispozici také místo pro interní protokolovou tiskárnu dodávanou jako zvláštní příslušenství. Na přední straně je přípojka pro rozdělovač signálu.

U FLA 202 je ovládací a vyhodnocovací zařízení umístěno na rovné odstavné ploše nebo na nosném sloupku dodávaném jako zvláštní příslušenství.

U FLA 203/206 je ovládací a vyhodnocovací zařízení spojena přes otočný věnec s nosným sloupkem. Ovládací a vyhodnocovací zařízení tak lze otočit o + 30 stupňů. V nosném sloupku jsou přidavně montovány výkonové díly pro brzdu brzděnou vířivými proudy a je zde uzamykatelný hlavní vypínač. [6]

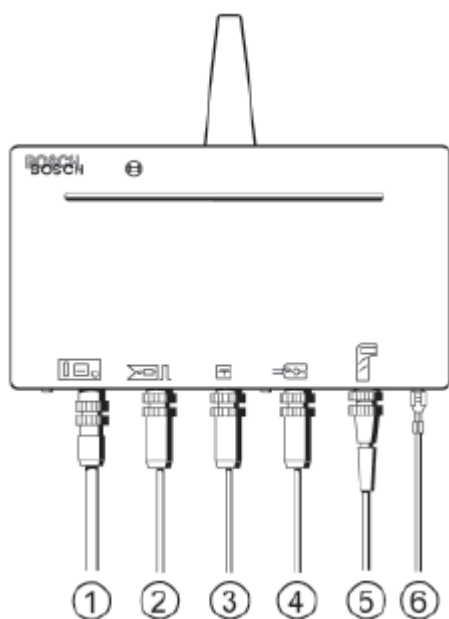


Obrázek 8: Ovládací a vyhodnocovací zařízení. [6]

1. Spínač zapnutí/vypnutí
2. LED-kontrolka (zapnuto/vypnuto)
3. LED-kontrolka (bliká, když v tiskárně dojde papír)
4. Uzávěr přihrádky pro tiskárnu
5. Tlačítko pro posuv papíru
6. Hrana pro odtržení papíru
7. Uzávěr disketové mechaniky
8. Disketová mechanika
9. Přípojka pro propojovací vedení k rozdělovači signálu

2.3.6. Rozdělovač signálu

V rozdělovači signálu jsou sloučena vedení čidla teploty vzduchu, snímače otáček a dálkového ovládání a společné vedení je spojeno s ovládacím a vyhodnocovacím zařízením. Rozdělovač signálu lze zavěsit na zvednutou kapotu motoru. [6]

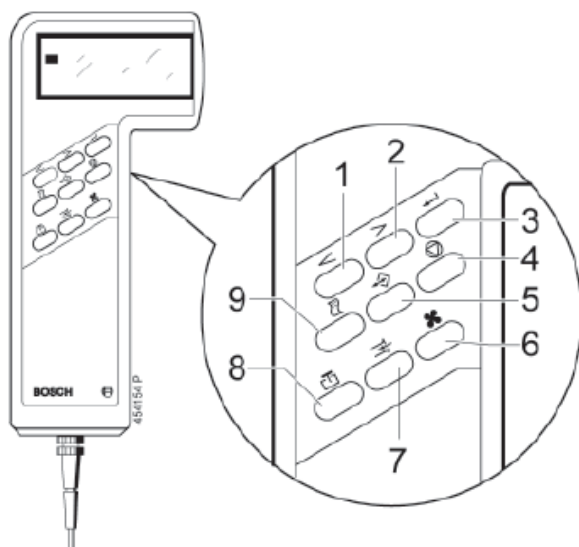


1. Spojovací vedení k ovládacímu a vyhodnocovacímu zařízení
2. Indukční spouštěcí kleště
3. Čidlo teploty vzduchu
4. Svěrací snímač
5. Propojovací vedení k dálkovému ovládání
6. Připojovací vedení na kostru vozidla

Obrázek 9: Rozdělovač signálu. [6]

2.3.7. Dálkové ovládání

V pryži opláštěném plastovém krytu je vestavěna ovládací klávesnice a LCD-displej.



1. Výběr bodu menu: vpřed/nahoru
2. Výběr bodu menu: vzad/dolů
3. Potvrzení výběru/převzetí hodnot
4. Konec/přerušení
5. Uložení/načtení/výstup
6. Zapnutí/vypnutí dmychadla vzduchu
7. Zapnutí/vypnutí odsávání výfukových plynů
8. Zvedací práh nahoru/dolů
9. Tisk

Obrázek.10: Obsazení tlačítek dálkového ovládání. [6]

2.3.8. Speciální příslušenství

Monitor s otočným věncem a klávesnicí

Pro grafické znázornění změřených hodnot jako křivky výkonu se dodává 17“-monitor s otočným věncem a klávesnicí. Monitor je pomocí upevňovacího plechu pro klávesnici a otočného věnce spojen s ovládacím a vyhodnocovacím zařízením.

Na obrázku 11 je znázorněna klávesnice s příslušným obsazením kláves.

Grafická sada

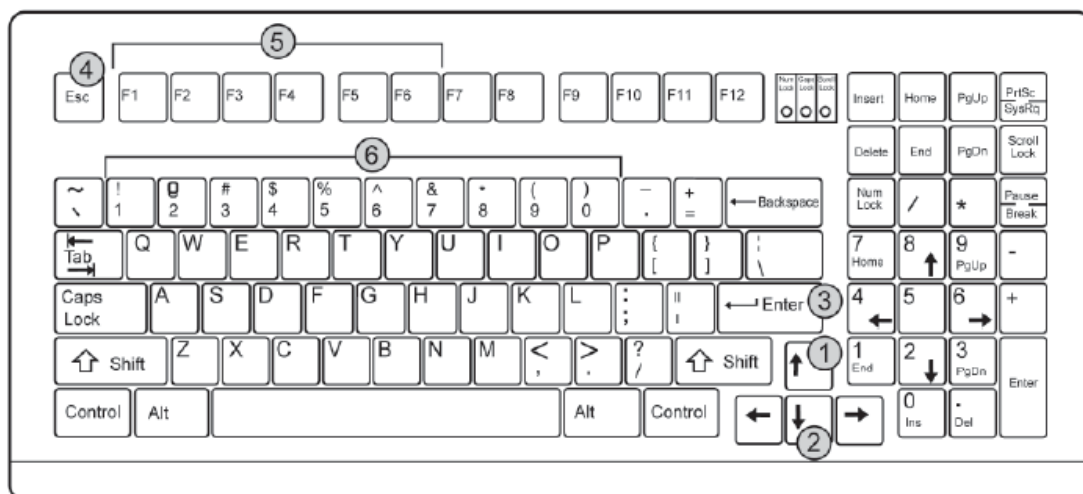
Pro použití grafické sady je nutný monitor dodávaný jako zvláštní příslušenství.

Grafická sada obsahuje všechny možnosti měření a zobrazení u základní verze softwaru.

Přídavně lze v programech „výkon motoru“ a „načtení“ vyhodnocovat výkonové křivky a znázornit průběh krouticího momentu.

V programu „kontrola tachometru“ lze zobrazovat v paměti uložené měření jako diagram.

V programech „výkon kol, tažná síla a jízdní výkon“ (pouze u FLA 203/206) lze rovněž zobrazovat v paměti uložené měřené hodnoty jako diagramy.



Obrázek. 11: Klávesnice [6]

1. Výběr bodu menu: vpřed/nahoru
 2. Výběr bodu menu: vzad/dolů
 3. Potvrzení výběru/převzetí hodnot
 4. Konec/přerušení
 5. Funkční klávesy: různý význam
 6. Numerické klávesy: zadávání parametrů měření, načtení v paměti uložených měření
- Abecední klávesy: zadání adresy prodejce

Protokolová tiskárna

Pro vytištění výsledků zkoušek se dodávají dvě různé tiskárny (vždy jako zvláštní příslušenství). Interní protokolová tiskárna je montována v ovládacím a vyhodnocovacím zařízení. Externí protokolovou tiskárnu lze umístit na odkládací plech (zvláštní příslušenství) na rozvodné skříni. Zjištěné výsledky zkoušek jsou podle měřicího programu vytištěny numericky nebo graficky/numericky. [6]

Výkyvné rameno s držákem pro dálkové ovládání

Při použití výkyvného ramene je možné dosáhnout na dálkové ovládání ze sedadla řidiče (není nutné vystupovat). [6]

Sada vodicích válců

Sada vodicích válců je bezpečnostním zařízením a musí se používat pro vedení a boční zajištění vozidel s předním náhonem během výkonového přezkoušení. Konstrukce a použití vodicích válců je popsána v separátním návodu. [6]

Upínací pásy

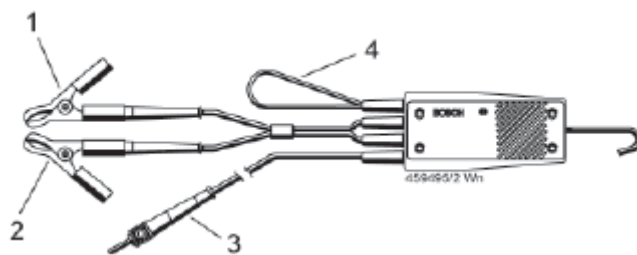
Upínací pásy jsou stejně jako sada vodicích válců bezpečnostním zařízením a musí se používat pro vedení a boční zajištění u vozidel s předním pohonem a u vozidel s pohonem všech kol během zkoušek výkonu. Upínací pásy jsou obsaženy v rozsahu dodávky FLA 206, u FLA 202/203 jsou upínací pásy zvláštním příslušenstvím. [6]

Držák pro motocykly

Jako zvláštní příslušenství dodávané zařízení pro uchycení motocyklů lze upevnit volitelně na levé nebo pravé vedení (uchycení) pro vodicí kladky. Upevňovací lišta se upevní pomocí aretačního šroubu do upevnění vodicích kladek. [6]

Tvarovač impulsů 1687 224 813

Tvarovač impulsů slouží k měření signálů sv.1, EST, TN nebo TD. Tyto signály musí mít napěťový zdvih min. 4,8 voltů. i Při použití tvarovače impulsů se může snížit pomocí FLA maximálně měřitelná [6]

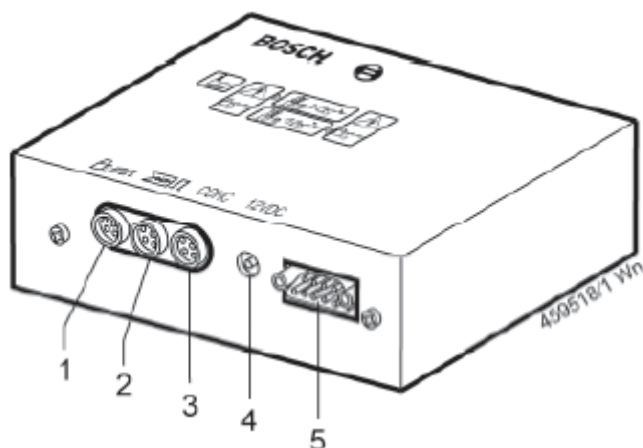


Obrázek 12: Přípojky [6]

1. Černá svorka (minus akumulátoru)
2. Červená svorka (plus akumulátoru)
3. Banánek (signály pro sv. 1, EST, TN nebo TD)
4. Smyčka kabelů (pro připojení indukčních spouštěcích kleští)

Předřadné zařízení 1 687 023 188

Předřadné zařízení (ETT modul měření otáček) slouží pro měření signálů ze sv. 1, EST, TN nebo TD. [6]



Obrázek. 13: Přípojky [6]

1. 6pólová zásuvka pro připojovací vedení (sv. 1, TD/TN, EST a B-)
2. 5pólová zásuvka pro spouštěcí kleště
3. 5pólová zásuvka pro propojovací vedení (k FLA/rozdělovači signálů)
4. Zásuvka pro síťový zdroj
5. Sériové rozhraní RS232 (není potřebné u FLA)

2.4. Možnosti měření na PCT300

2.4.1. Dynamické měření výkonu

Při dynamickém měření výkonu se vypočte výkon vozidla z jeho schopnosti zrychlovat. Hnací kola vozidla zrychlují válce výkonové zkušebny. Na válci zkušebny (zátěžovém válci), který je určen pro měření výkonu, se nachází přesně definovaná setrvačná hmota ve formě setrvačníku nebo vířivé proudové brzdy. Setrvačná hmota je dimenzována tak, že volné zrychlení motoru je i u výkonově silných vozidel vyloučené. To značí, že měření výkonu probíhá za normálních provozních podmínek.

Ze zrychlení této setrvačné hmoty vypočte zkušebna sílu. Tato síla se vynásobí rychlostí vozidla a **indikuje se zkušebnou** jako výkon na kolech. [5]

Když se dosáhnou zkušební otáčky resp. zkušební rychlost, vypne se při sejmutí nohy z plynového pedálu spojka a převodovka se přeřadí do volnoběhu. Přes odpor pohonu a valivý odpor dochází ke zpomalení setrvačné hmoty zkušebny v režimu decelerace. Toto je hlavní měřicí veličina pro ztrátový výkon v pohonné větvi. Sečtením výkonu na kolech a ztrátového výkonu obdržíme výkon motoru.

Aby bylo možné porovnat naměřený výkon motoru s údajem výrobce, je nevyhnutelné použití korekčního faktoru, který se vypočte z teploty nasávaného vzduchu a atmosférického tlaku.

Korigovaný Aby bylo možné porovnat naměřený výkon motoru s údajem výkon motoru je porovnatelný s údajem výrobce. Toto se děje při příslušném programu ve zkušebně automaticky.

Přitom si uživatel může předvolit, zda se má výkon motoru měřit korigovaně:

- podle normy DIN 70 020 (referenční stav: teplota 20 °C a stav barometru 1013 hPa) nebo
- podle normy EHK 80/1269 (referenční stav: teplota 25 °C a stav barometru 990 hPa).

Pro přesný průběh měření je potřebné pro tento druh zkoušení předvolit parametry vozidla jako jmenovitý výkon, jmenovitá otáčky, zkušební rychlost, druh převodovky, způsob měření otáček a požadovanou verzi korektury. [6]

Příčiny ztrát výkonu ve větvi pohonu

Ztráty výkonu sestávají ze ztrátového výkonu závislého na tažné síle, resp. rychlosti. Pod ztrátovým výkonem se rozumí ta část výkonu, která se ztrácí mezi motorem a vozovkou resp. válcem. Ztráty jsou závislé na tažné síle a rychlosti.

Ztráty závislé na tažné síle:

- Odvalovací tření ozubených kol v mechanické převodovce a diferenciálu. Tyto činí průměrně cca 7 % ve vztahu k výkonu motoru.
- Prokluz mezi pneumatikou a válcem zkušebny. Zde činí ztráta cca 5 % výkonu motoru.

Ztráty závislé na tažné síle stoupají proporcionálně s přenášeným výkonem. Rozdíl mezi vysokým přenosem tažné síly během akcelerace a nízkou tažnou silou, která se přenáší ve fázi doběhu (decelerace), koriguje zkušebna automaticky.

Ztráty závislé na rychlosti:

- Ztráty způsobené viskozitou oleje v převodovce a diferenciálu, které se pohybují okolo 2 %.
- Ztráty způsobené odvalováním pneumatik, které se podle provedení a tlaku vzduchu v pneumatikách podílí 7 – 20 % z výkonu motoru nejvíce na ztrátovém výkonu.

Rozdíl ztrát způsobených viskozitou mezi zrychlováním při zařazeném vyšším převodovém stupni a vyřazením do neutrálu při deceleraci je zanedbatelný. Ztrátový výkon závislý na rychlosti je v poměru k rychlosti nadproporcionální, tzn., že při stoupající rychlosti stoupají ztráty progresivně.

Když se měří výkon motoru u vozidla s automatickou převodovkou bez mechanického překlenutí hydrodynamického měniče, vzniká prokluzem měniče průměrně o 7 % vyšší ztrátový výkon, který není možné podchytit. Tento se kompenzuje zadáním korekčního faktoru při volbě druhu převodovky. Ztrátový výkon je důležitým faktorem pro výpočet výkonu motoru. Čím přesněji se změří ztrátový výkon, tím přesnější je výsledek při výpočtu výkonu motoru. Jenom dynamickým měřením výkonu je možné posouzení výkonu motoru v zabudovaném stavu. [5]

2.4.2 Točivý moment

Točivý moment vyjadřuje působení síly na bod vzdálený od osy otáčení (hřídele). Fyzikálně se jedná o moment síly, pod názvem krouticí moment se užívá v technických oborech u rotačních pohonných systémů.

Obvykle se udává v jednotkách Nm (newtonmetr), krouticí moment 1 Nm znamená, že hřídel působí na bod vzdálený jeden metr od osy silou 1 newton. [7]

Točivý moment se vyhodnotí z naměřeného výkonu za pomoci speciálního software TAT-DynoMight dodávaného k válcové zkušebně. Točivý moment a výkon motoru se zobrazí jako křivky v závislosti na otáčkách.

2.4.3. TAT- DynoMight III

TAT software použitý k vyhodnocení grafu z dat získaných z vozidlové válcové zkušebny za pomoci PCT300.

DynoMight III pro Bosch FLA je vysoce pokročilý grafický datový analytický balíček, který otvírá nesčetně nových možností, pokud jde o zpracování údajů získaných z FLA vozidlové válcové zkušebny. Testy mohou být analyzovány graficky, například křivky točivého momentu a výkonové křivky atd., či ve formě tabulky, například v tabulce obsahující veškeré zkušební hodnoty dat v číslkové formě. Veškeré výtisky jsou v plném WYSIWYG (co vy vidíte to se vytiskne).

Obsahuje mnoho vylepšených funkcí, které jsou zvláště užitečné pro profesionální motorové konstruktéry a R & D inženýry. Nicméně, použití TAT DynoMight software vyžaduje velmi malou náročnost na pochopení a naučení. To je proto, že jsme šli do krajnosti, odpoutali jsme se od složitého menu a místo toho jsme se rozhodli použít jeden příkazový box který obsahuje 95% všech dostupných příkazů, podobně jako u fyzické centrály s ovládacími tlačítky.

Pro každý test spustit následující křivky / tabulky data lze nyní zobrazit:

- Výkon motoru v kW a PS, nekorigovaný, Poznámka: 1 PS = 0.986 HP
- Výkon motoru v kW a PS, korigovaný s použitím DIN / EWG korekční faktoru
- Točivý moment v Nm, neopravené (nekorigované)
- Točivý moment v Nm, opravené (korigované)
- Výkon na kolech v kW, neopravené (nekorigované)
- Ztráty z hnacího ústrojí v kW, neopravené (nekorigované)

Poznámka: jako pozitivní hodnota (FLA to ukazuje jako záporná hodnota)

- Otáčky motoru 1/min = RPM
- Rychlost vozidla v km / h

Všechny křivky mohou být vykresleny ve vztahu ke všem ostatním získaným hodnotám. Je tak možné zobrazovat výkon proti rychlosti vozidla, otáčky motoru. Je také možné zobrazit rychlost vozidla a otáčky motoru. [8]

2.4.4. Statické měření výkonu (výkon na kolech)

Při statické zkoušce výkonu se výkon vypočítává pomocí vířivé proudové brzdy, která je připevněna na zátěžovém válci. Přes rameno páky se přenáší síla na měřicí zařízení, ve zkušebně se násobí rychlostí jízdy a zobrazuje se jako výkon na kolech.

Výpočet výkonu probíhá při konstantní zkušební rychlosti, která se např. může předvolit analogicky jmenovitým otáčkám motoru.

Brzdný výkon vířivé proudové brzdy je závislý na přenášeném výkonu na kolech a automaticky se reguluje. Když se dosáhne předvolená zkušební rychlost, nareguluje se bezprostředně tolik brzdného výkonu, aby výkon na kolech a brzdý výkon byly stejné. Dojde-li ke změně zatížení vlivem změny polohy plynového pedálu, projeví se ihned adekvátní změna zatížení od vířivé proudové brzdy jak směrem nahoru tak i směrem dolů. Tím je možné při konstantní rychlosti (a tím i při stejných otáčkách) přezkoušet celé výkonnostní spektrum automobilového motoru od spodního rozsahu zatížení až po plnou zátěž. Vedle statického měření výkonu na kolech je tato funkce zkušebny velice dobře vhodná pro zjišťování typických poruch, které se vyskytují v provozu při určitých rychlostech a zatíženích a potom tyto analyzovat mototesterem. [5]

2.4.5. Měření tažné síly

Při této zkoušce se jede proti předvolené síle, která se vyvíjí prostřednictvím vířivé proudové brzdy. Toto zatížení může zůstat konstantní v celém rychlostním rozsahu nebo se může během zkušební jízdy libovolně měnit. Zadání zatížení lze přitom změnit podle potřeby na "0" nebo směrem nahoru až do 6000 N tažné síly. Tím je možné jezdit ve všech kombinacích otáček a zatížení motoru.

Druh zkoušky "měření tažné síly" se přednostně používá k rozeznání poruch motoru závislých na zatížení, které se vyskytují v určitém poměru otáček/zatížení. Měření tažné síly je také zvláště vhodné k simulaci jízdy do stoupání. Zvýšením předvolené zátěže během zkoušky (stupňování tažné síly) jede auto jako na vozovce s narůstajícím sklonem stoupání a v případě potřeby je nutné řadit směrem dolů. Když se tažná síla opět zmenší, tak to znamená zmírnění stoupání a rychlost jízdy se opět zvýší. [5]

2.4.6. Simulace jízdy

Při této zkoušce jede vozidlo proti normálnímu jízdnímu odporu (valivý odpor na rovině vozovce, odpor vzduchu bez protivětru, simulovaná akcelerace hmoty vozidla).

Přitom je možné jet:

- proti předvoleným hodnotám zodpovídajícím zkušební jízdě
- proti specifickým hodnotám vozidla za účelem zjištění maximální rychlosti.

Druh měření “simulace jízdy” se hodí znamenitě k provedení všech zkušebních jízd, když je potřebné zkoušet motor a funkce pohonu. Přitom může vozidlo jet proti v zkušebně FLA předvoleným výkonovým a rychlostním parametrům.

Předvolené hodnoty jsou:

- Ztrátový výkon odporem vzduchu = 8 kW,
- Ztrátový výkon valivým odporem = 2,5 kW
- Hmotnost vozidla = 900 kg

Precizní zadání specifických parametrů vozidla není při zkušební jízdě potřebné. Pokud se ale má provést simulace jízdy přizpůsobená přesně příslušnému vozidlu, např. pro zjištění maximální rychlosti, je možné specifické parametry vozidla pro valivý odpor, odpor vzduchu a hmotnost vozidla zadat ručně. Za těchto předpokladů vířivá proudová brzda reguluje ve své zátěžové předvolbě automaticky jízdní odpor tak, že se může jezdit ekvivalentně jízdě po vozovce.

Jestli nejsou známy parametry pro odpor vzduchu a valivý odpor, je možné tyto přepočítat podle následujících vzorců:

- **Odpor vzduchu:** $F_L = 0,0386 \cdot r \cdot c_w \cdot A \cdot v^2$

Nasadit hustotu vzduchu $r = 1,202 \text{ kg/m}^3$ (pro 200 m výšku).

Součinitel odporu vzduchu c_w a průřez vozidla A se nasadí se podle technických dat vozidla.

- **Ztrátový výkon odporem vzduchu [kW]:** $P_L = F_L \cdot v / 3600$

Odpor vzduchu F_L nasadit v Newtonech [N]

Rychlost v nasadit v km/h.

Výsledek výpočtu se zadá zkušebně pod “ O_{vzduch} ”.

- **Valivý odpor:** $F_{R0} = f \cdot m \cdot g$

Dosadit součinitel valivého odporu $f = 0,015$ (pro asfaltové a betonové vozovky s radiálními pneumatikami)

Hmotnost vozidla (váhu) m dosadit v kg – pohotovostní hmotnost (m) dle technického průkazu.

Dosadit gravitační zrychlení $g = 9,81 \text{ m/s}^2$

- **Ztrátový výkon z valivého odporu [kW]:** $P_{R0} = F_{R0} \cdot v / 3600$

Valivý odpor F_{R0} nasadit v N

Nasadit rychlost $v = 90 \text{ km/h}$.

Výsledek výpočtu se zadá zkušebně pod “ O_{kol} ”. [5]

2.4.7. Měření zrychlení

Zde se měří čas, který potřebuje vozidlo, aby:

- z klidového stavu zrychlilo na předvolenou rychlost nebo
- z nižší rychlosti zrychlilo na rychlost vyšší.

Výsledek měření zrychlení je závislý na stylu jízdy zkušební technika. Aby se dosáhlo optimálního zrychlení, musí se při rozjíždění a akceleraci dávat pozor na dobrý přenos síly (příslušné dávkování spojky a plynu, aby se zabránilo velkému prokluzu). Na jednotlivých převodových stupních je potřebné zrychlovat na plný plyn a rychle řadit. Když se překročí předvolená rychlost, zastaví se stopky a doba zrychlení se může odečíst. Pro zkoušku pružnosti motoru se zrychluje z rychlosti 60 km/h na 4. nebo 5. převodový stupeň na hodnoty, které mohou ležet mezi 100 až 160 km/h. Tady se zkouší, jak dobře motor zrychluje vozidlo zespoda.

Přitom není tak velmi důležitý maximální výkon, ale příznivý průběh točivého momentu motoru. Fáze zrychlení se absoluuje na jednom převodovém stupni (4. nebo 5.). [5]

2.4.8. Měření ujeté vzdálenosti

Pro překontrolování počítadla kilometrů v tachometru je nutné měření ujeté vzdálenosti. Délka úseku, který se má projet, se může předvolit až do 10 000 m.

Před zahájením měření ujeté vzdálenosti se má přezkoušet tlak v pneumatikách a uvést na předepsanou hodnotu. Pokud počítadlo kilometrů disponuje indikací každých 100 m, je pro zkoušku postačující ujet 1000 m. Měření rychlosti se provádí při střední rychlosti, např. při 80 km/h. Aby se vyloučil prokluz pneumatik, je potřebné držet konstantní rychlost. Přesnost poměru ujetých vzdáleností podstatně závisí na správném odečtení počítadla kilometrů při startu a ukončení zkoušky. Když se dosáhne zkušební rychlosti a na 100 m-indikaci se číslo buď objeví na displeji (digitální indikace) nebo se posune do středu okénka (analogová indikace), stlačí se startovací tlačítko na dálkovém ovládání. Po ujetí jednoho kilometru se při opětovném objevení čísla na displeji nebo ve středu okénka měření ujeté vzdálenosti ukončí tlačítkem stop. Po průběhu měření se skutečně ujetá vzdálenost a rozdíl k počítadlu kilometrů objeví na monitoru zkušebny. [5]

2.4.9. Kontrola tachometru

Protože policie ve stále větší míře provádí kontroly rychlosti, je důležité vědět, jestli a o kolik se odchyluje tachometr od skutečné rychlosti jízdy. Pomocí integrovaného měření rychlosti ve zkušebně je možné provést relativně přesné měření tachometru.

Rychlost, při které se tachometr má zkoušet, je možné předvolit přes dálkové ovládání v 10 km-krocích do rychlosti 260 km/h včetně.

Pro měření se přesně najede na zadanou rychlost podle tachometrické indikace a tato se konstantně udržuje. Při stlačení tlačítka se provede měření a výsledek se uloží.

Z rozdílu mezi tachometrickou indikací a indikací zkušebny vyplyne odchylka tachometru. Tato se smí odchylovat o určitou hodnotu jenom nahoru. Kontrola tachometru se provádí při různých rychlostech. Uložit je možné do 10 měření, které se mohou vytisknout přes tiskárnu, jako je tomu u jiných druhů zkoušek. [5]

2.4.10 Měření se snímačem otáček

Volba zdroje otáček

Na rozdělovači signálu zkušební funkcí a výkonu FLA 20x jsou pro snímání otáček k dispozici dva měřicí vstupy:

- Měřicí vstup pro spouštěcí kleště (zážehové motory)
- Měřicí vstup pro svěrací snímač (vznětové motory)

Volba potřebného měřicího vstupu se provede před měřením výkonu při dotazu na data vozidla a parametry měření.

Novější vozidla mají k dispozici digitální signál otáček na centrálním konektoru (centrální diagnostická zásuvka).

Pro snímání otáček u těchto vozidel jsou k dispozici dva adaptéry (vždy zvláštní příslušenství):

- Tvarovač impulsů 1 687 224 813. Tento adaptér má smyčku, ke které se připojí spouštěcí kleště.
- Předřadné zařízení 1 687 023 188 (modul pro měření otáček) Adaptér se spojí přes připojovací vedení přímo s měřicím vstupem pro spouštěcí kleště (na rozdělovači signálu).

Oba adaptéry potřebují měřicí vstup pro spouštěcí kleště. Ten je do verze software 4.1 aktivován pouze při volbě „zážehové motory“. Od verze softwaru 4.3 je podporován také při volbě „vznětové motory“! [5]

2.5. Technická data FLA 202/203

2.5.1 Přípojky

• FLA 202

- Předřadné jištění ze strany stavby 16 AT
- Napětí 1fázové střídavě
- Základní provedení 220 - 240 V
- Speciální provedení 100 - 127 V
- Tolerance +10%

- Frekvence dvoufrekvenční 50/60 Hz
- Odběr proudu 1,5 A

• **FLA 203**

- Předřadné jištění ze strany stavby 25 AT
- Napětí 3fázové střídavé
- Základní provedení 220 - 240 V
- Speciální provedení 100 - 127 V
- Tolerance +10%
- Frekvence dvoufrekvenční 50/60 Hz
- Odběr proudu 22 A

• **FLA 206**

- Předřadné jištění ze strany stavby 25 AT
- Napětí 3fázové střídavé 380 V
- Tolerance +10%
- Frekvence dvoufrekvenční 50/60 Hz
- Odběr proudu 20 A [6]

2.5.2 Sada válců

• **FLA 202/203**

- Max. hmotnost nápravy 2,0 t
- Průměr válců 318 mm
- Vzdálenost válců 565 mm
- Využitelná délka válců 2200 mm
- Jištění válců při zvednutém zvedacím prahu válce blokovány
- Max. zvedací síla zvedacího prahu 20 000 N
- Přenosový faktor povrchu válců $\geq 0,5$ (suchý)
- Povrch sady válců pozinkovaný
- Přípustná velikost pneumatik osobních vozidel/malých nákladních vozidel 10 - 18“
- Potřebná světlost u 10 - 12“ cca. 145 mm (s řidičem)
- Potřebná světlost u 13“ cca. 125 mm (s řidičem)
- Přípustná velikost pneumatik u motocyklů 10 -24“
- s přidržovacím přípravkem

• **FLA 206**

- Max. hmotnost nápravy 2,0 t
 - Průměr válců 318 mm
 - Vzdálenost válců 565 mm
 - Využitelná délka válců 2200 mm
 - Jištění válců při zvednutém zvedacím prahu válce blokovány
 - Max. zvedací síla zvedacího prahu 20 000 N
 - Vzdálenost náprav nastavitelná 2000 až 3000 mm
 - Přípustná velikost pneumatik osobních vozidel/malých nákladních vozidel 10-18“
 - Obě nápravy v sadě válců
 - Potřebná světlost u 10-12“ cca. 155 mm (s řidičem)
 - Potřebná světlost u 13“ cca. 140 mm (s řidičem)
 - Jedna náprava v sadě válců, jedna náprava v rovině podlahy
 - Potřebná světlost u 10-12“ cca. 145 mm (s řidičem)
 - Potřebná světlost u 13“ cca. 125 mm (s řidičem)
 - Přípustná velikost pneumatik u motocyklů 10 -24“ s přidržovacím přípravkem.
- [6]

2.5.3. Ovládací a vyhodnocovací jednotka

- Operační systém lze zavést z diskety 3,5“ diskety
- Modulární koncepce počítače 16 bitový IBM kompatibilní
- Systémová možnost rozšíření (rozhraní)
- Zpracování signálu digitální
- Možnost uložení výkonových diagramů do paměti až 50
- Korekce tlaku vzduchu pro výpočet výkonu automatická
- Korekce nasávaného vzduchu pro výpočet výkonu automatická
- Korekce výkonu volitelně podle DIN 70020 *1 nebo EWG 80/1269 *2
 - *1 DIN 70 020 výkon motoru při teplotě nasávaného vzduchu 20 °C a při atmosférickém tlaku 1013 mbar.
 - *2 EWG 80/1269 výkon motoru při teplotě nasávaného vzduchu 25 °C a při atmosférickém tlaku 990 mbar.
- Korekce výkonu u vozidel se vznětovými motory s turbodmychadly předpokládá faktor motoru $f_m = 1$. [6]

2.5.4. Dálkové ovládání

Kabelové dálkové ovládání LCD-displej, 4 x 20 znaků [6]

2.5.5. Dynamický výkon motoru

• FLA 202/203/206

- Akcelerační výkon (výkon motoru) 0 - 400 kW
- Nepřesnost měření zkušební stolice $\pm 0,5\% \pm 2\text{ kW}$
- Přesnost postupů u mechan. převodovky, $\pm 5\% \pm 0,5\text{ kW}$, automatické převodovky s překlenutím měniče a automatické převodovky se stupněm účinnosti 90,3%
- Přesnost měření u autom. převodovky $\pm 6\% \pm 0,5\text{ kW}$ se stupněm účinnosti nerovným 90,3%
- Rozlišení indikace 0,1 kW. [6]

2.5.6. Statický výkon motoru

• FLA 203/206

- Brzdňý výkon brzdy s vířivými proudy:
 - 25 kW při 20 km/h
 - 150 kW při 130 km/h
 - 260 kW při 260 km/h
- Nepřesnost měření zkušební stolice $\pm 0,5\% \pm 2\text{ kW}$
- Přesnost postupů u mech. převodovky, $\pm 5\% \pm 0,5\text{ kW}$, automatické převodovky s překlenutím měniče a automatické převodovky se stupněm účinnosti 90,3%
- Přesnost měření u automatické převodovky $\pm 6\% \pm 0,5\text{ kW}$ se stupněm účinnosti nerovným 90,3%
- Rozlišení indikace 0,1 kW. [6]

2.5.8. Měřicí rozsahy všeobecně

• FLA 202/203/206

- Rychlost jízdy 0 - 270 km/h
- Nepřesnost měření při konstantní rychlosti jízdy $\pm 1\%$ z měřené hodnoty $\pm 0,9\text{ km/h}$
- Rozlišení indikace 0,1 km/h
- Měření tlaku vzduchu 700 - 1050 hpa
- Rozlišení měření 1 hpa
- Nepřesnost měření $\pm 0,6\%$ z měř. hodnoty $\pm 6\text{ hpa}$
- Měření teploty nasávaného vzduchu -20 až 120 °C
- Rozlišení měření 1 °C
- Nepřesnost měření $\pm 2\text{ °C}$
- Měření otáček 0 - 15 000 min⁻¹

- Rozlišení měření a indikace 10 min-1
- Nepřesnost měření $\pm 0,5\%$ z měř. hodnoty $\pm 10 \text{ min-1}$
- Měření ujeté trasy 0 - 10 km
- Rozlišení měření a indikace 0,1 m
- Nepřesnost měření při
- konstantní rychlosti $\pm 1\%$ z měřené hodnoty $\pm 0,1 \text{ m}$. [6]

• **FLA 203/206**

- Max. tažná síla 6 000 N
- Nepřesnost měření bez prokluzu $\pm 1\%$ z měřené hodnoty $\pm 15 \text{ N}$
- Nastavení z výroby $\pm 2,5\%$ z měřené hodnoty $\pm 15 \text{ N}$
- Rozlišení indikace 1 N
- Simulace valivého odporu 0 - 50 kW
- Rozlišení 0,1 kW při 90 km/h
- Nepřesnost regulace bez prokluzu $\pm 1\% \pm 2 \text{ kW}$ z nastavené hodnoty
- Nastavení z výroby $\pm 2,5\% \pm 2 \text{ kW}$
- Simulace odporu vzduchu 0 - 50 kW
- Rozlišení 0,1 kW při 90 km/h
- Nepřesnost měření bez prokluzu $\pm 2,5\% \pm 2 \text{ kW}$ z nastavené hodnoty
- Nastavení z výroby $\pm 2,5\% \pm 2 \text{ kW}$
- Stabilita nulového bodu regulačního okruhu tažné síly při provozních podmínkách
- běžných v dílně po dobu 6 měsíců $\leq 10 \text{ N}$. [6]

2.5.9. Podmínky použití

- Funkční rozsah: teplota 5 - 40 °C, vlhkost 10 - 95 %
- Rozsah přesnosti: teplota 10 - 35 °C, vlhkost 10 - 90 %
- Rozsah skladování: teplota -20 až 70 °C, vlhkost 10 - 95 %
- Krytí: IP 41. [6]

2.5.10. Úroveň akustického výkonu podle DIN 45635

- **FLA 202/203**

- Úroveň akustického výkonu $L_{WA} = 115,2 \text{ dB}$
- Na pracoviště vztažená hodnota emisí (cyklus) $L_{pA} = 84,7 - 6,2 = 78,5 \text{ dB}$
- Provozní stav:
 - Výkonová zkouška osobní vozidlo, kapota motoru otevřena.
 - Cyklus akcelerace z 0 na 240 km/h
- Místo instalace zkušební stolice:
 - Zkušebna pro rychle pracující zkušební stolice:
— délka: 9,90 m, šířka: 9,60 m, výška: 3,60 m. [6]

- **FLA 206**

- Úroveň akustického výkonu $L_{WA} = 113,6 \text{ dB}$
- Na pracoviště vztažená hodnota emisí (cyklus) $L_{pA} = 79,9 - 4,3 = 75,6 \text{ dB}$
- Provozní stav:
 - Výkonová zkouška osobní vozidlo, kapota motoru otevřena.
 - Cyklus akcelerace z 0 na 240 km/h
- Místo instalace zkušební stolice:
 - Zkušebna pro rychle pracující zkušební stolice:
— délka: 20,0 m, šířka: 8,50 m, výška: 6,70 m. [6]

2.5.11. Elektromagnetická snesitelnost (EMV)

Tento produkt je výrobkem třídy A podle EN 55 022. [6]

3. PRAKTICKÁ ČÁST

3.1. Technická data vozidla

Měření byla provedena na vozidle Hyundai i30 rok výroby 2008

Motor 1,6i MPI

Výkon 93kW při 6200 otáčkách za minutu

Moment 157 Newton při 4200 otáčkách za minutu

Váha vozidla 1268kg

Přední náhon

Převodovka automatická 4 stupňová.

3.2. Příprava ke zkoušení

3.2.1 Zapnutí zkušební stolice

- **FLA 202**

Zapnout červeným vypínačem zapnutí/vypnutí na ovládacím a vyhodnocovacím zařízení.

- **FLA 203/206**

Zapnout hlavním vypínačem na rozvodné skříni a červeným spínačem zapnutí/vypnutí na ovládacím a vyhodnocovacím zařízení. [6]

3.2.2. Příprava osobních vozidel popř. lehkých užitkových vozidel

Přípravná opatření, vozidlo ještě není v sadě válců

- Překontrolovat, zda jsou namontovány předepsané pneumatiky (údaje převzít z technického průkazu vozidla).
- Zkoušení se smí provádět pouze s nepoškozenými pneumatikami.
- Zkoušení se nesmí provádět se zimními pneumatikami.
- Je nutné dbát na přípustné velikosti pneumatik a na potřebnou světlou výšku. To je zvláště důležité u vozidel se spoilerem, bočními prahy a u nízko položených vozidel.
- Přípustná velikost pneumatik u osobních vozidel/malých užitkových vozidel 10 - 18“.
- Jedna náprava v sadě válců (FLA 202/203/206) potřebná světlost u 10 - 12“ cca. 145 mm (s řidičem).
- Potřebná světlost u 13“ cca. 140 mm (s řidičem)
- Obě nápravy v sadě válců (pouze FLA 206) potřebná světlost u 10 - 12“ cca. 155 mm (s řidičem).
- Překontrolovat tlak vzduchu v poháněných kolech a nastavit jej na tlak předepsaný výrobcem vozidla pro zkoušení.

- Po zkoušce výkonu a ochlazení pneumatik je nutné znovu vytvořit normální tlak v pneumatikách.
- Překontrolovat chladicí kapalinu a stav oleje v motoru, v případě potřeby doplnit.
- Přívod nasávaného vzduchu s ručním přestavením „léto/zima“ nastavit na letní provoz.
- Překontrolovat, zda není omezena překážkami dráha pedálu akcelerace (koberce, pryžové podložky, atd.). [6]

Přípravná opatření, vozidlo v sadě válců

- Během zkoušení se nesmí žádné nepovolané osoby nacházet v blízkosti zkušební stolice jak
- na boční straně, tak před vozidlem nebo za vozidlem.
- Je nutné dbát na předpisy bezpečnosti práce.
- V pracovní oblasti je nutné používat prostředky pro ochranu proti hluku. [6]

Vozidlo s předním/zadním náhonem, jedna náprava v sadě válců (FLA 202/203/206)

- Překontrolovat, zda je zvedací práh v horní poloze. Případně práh pomocí dálkového ovládání nastavit do horní polohy.
- Vozidlem poháněnou nápravou najet na střed zkušební stolice. Vozidlo musí stát v pravém úhlu proti sadě válců.
- Spustit zvedací práh.
- Pomalu jet na první převodový stupeň, vozidlo při rychlosti jízdy cca. 5 km/h nechat vyrovnat (kýváním).
- Potom pevně utáhnout ruční brzdu, pokud tato nepůsobí na poháněnou nápravu.
- Vypnout motor!
- Brzdící zářádky zasunout před kola nepoháněné nápravy (cca. 4 - 5 cm vzdálenost od pneumatik).
- U vozidel s předním náhonem je nutné přidavně použití vodící kladky nebo upínací pásy proti bočnímu vybočení.
- Po umístění do správného směru se nasadí vodící kladky na obou stranách tak, aby sahaly cca. 0,5 cm od pneumatik. Vodící kladky nesmějí doléhat na pneumatiky nebo ráfek. Dávejte pozor na vyvažovací závaží. Překontrolujte pevné upevnění vodících kladek. [6]

Je-li vozidlo řádně ustavené

- Odsávací zařízení nasadíte na výfuk. Vzdálenost od výfukové soustavy přibližně 20 cm. Tím se zamezí, aby odsáváním vzniklo ovlivnění tlaku. Průměr odsávací hadice minimálně 100 mm.
- Otevřít kapotu motoru. Umístit snímač pro měření otáček

- Čidlo teploty vzduchu pro měření teploty nasávaného vzduchu nasadit na hrdlo sání vzduchu. Je nutné dbát na to, aby čidlo teploty vzduchu nedoléhalo na povrch, ale aby kolem něj volně proudil proud vzduchu.
- Použití dmyhadla vzduchu s minimálně 20 000 m³/h je nutné u všech měření, aby se zamezilo teplotnímu přetížení komponentů vozidla. Dmyhadlo je nutné umístit tak, aby proud vzduchu byl směřován na chladič, místo sání vzduchu a na spodní stranu vozidla (olejová vana, katalyzátor, výfuk, pneumatiky).

Měření provádět pouze s otevřenou kapotou motoru!

Dálkové ovládání si vzít přes otevřené boční okénko do vozidla. Přitom je bezpodmínečně nutné dbát na to, aby nebylo zachyceno propojovací vedení dálkového ovládání zkušebními válci nebo koly.

- Během testu výkonu je nutné přidržovat volant. Bezpodmínečně je nutné zamezit pohybům řízení vpravo nebo vlevo a přemísťování hmotnosti ve vozidle. O vozidlo se nikdo nesmí opírat nebo na ně doléhat.
- Motor musí mít před měřením výkonu dosaženu svoji provozní teplotu. V případě potřeby se vozidlo zahřeje jízdou na zkušební stoličce. [6]

Jsou-li výše zmíněné podmínky splněny je možno provést měření.

3.3. Provedení měření na PCT300

3.3.1. Výkon motoru

Zadání dat vozidla/parametrů měření.

Data vozidla potřebná pro měření výkonu a také parametry měření se převezmou z naposledy prováděného měření. Proto tato data není nutné pokaždé znovu zadávat při řadě měření u stejného vozidla. Na displeji dálkového ovládání se zobrazují data vozidla a parametry měření po stisknutí tlačítek < nebo >.

U každého nově měřeného vozidla je nutné znovu zadat potřebná data vozidla a parametry měření odpovídající datům z technického průkazu.

K tomu účelu se stiskne tlačítko 3. Potvrzení výběru/převzetí hodnot (viz. Dálkové ovládání) na dálkovém ovládání, popř. tlačítko **F1 (parametr)** na klávesnici. Potom se zjišťují údaje s naváděním pomocí menu data vozidla a parametry měření.

Pomocí tlačítek < nebo > na dálkovém ovládání nebo tlačítek šipka dolů, šipka nahoru na klávesnici se zvolí druh zkoušeného vozidla (osobní vozidlo nebo motocykl). Volba se potvrdí tlačítkem 3 na dálkovém ovládání.

Následují další obrazovky se zjišťováním druhu pohonu, druhu převodovky, zapalovacího systému, korekce výkonu a parametrů měření. Zkušební stolice je připravena k měření teprve po úplném zadání všech hodnot.

Při nastavování lze automaticky korigovat vliv teploty nasávaného vzduchu a tlaku vzduchu na měření. Měřené hodnoty lze volitelně zobrazovat bez korekce nebo s korekcí podle DIN 70 020 popř. EWG 80/1269.

Po zvolení dat vozidla a korekce výkonu se provede zadání parametrů měření.

P_{nenn} = jmenovitý výkon podle technického průkazu

n_{nenn} = jmenovité otáčky podle technického průkazu, při kterých je udán jmenovitý výkon

v_{max} = max. rychlost jízdy podle technického průkazu

Po posledním stisknutí tlačítka 3. se znovu zobrazí obrazovky „Motorleistung“ (výkon motoru).

Zkušební stolice je nyní připravena pro měření nových parametrů měření.

Výkon motoru lze měřit v závislosti na jmenovitých otáčkách nebo na maximální rychlosti jízdy. Pokud je připojeno čidlo otáček a dosáhne se při zkoušce zadaných jmenovitých otáček, zjistí se výkon motoru P_{Mot} při zadaných jmenovitých otáčkách. Zjištěný výkon motoru P_{Mot} je korigován podle DIN 70 020 nebo EWG 80/ 1269 a lze jej porovnat s údajem v technickém průkazu vozidla. Otáčky motoru jsou indikovány na displeji dálkového ovládání a na monitoru.

Pokud není připojen snímač otáček nebo nebudou dosaženy zadané jmenovité otáčky, bude zjišťován max. výkon motoru P_{max} při příslušné rychlosti. Změřený výkon motoru P_{max} potom nelze porovnávat s jmenovitým výkonem udaným v technickém průkazu. [6]

Průběh měření:

Vozidlo rozjet na první převodový stupeň a co nejdříve řadit nahoru až na přímý převodový stupeň. To je zpravidla 4. převodový stupeň. i U převodovek, které nemají převod 1:1, se pro zkoušení zvolí převodový stupeň, který má převodový poměr nejbližší k 1:1.

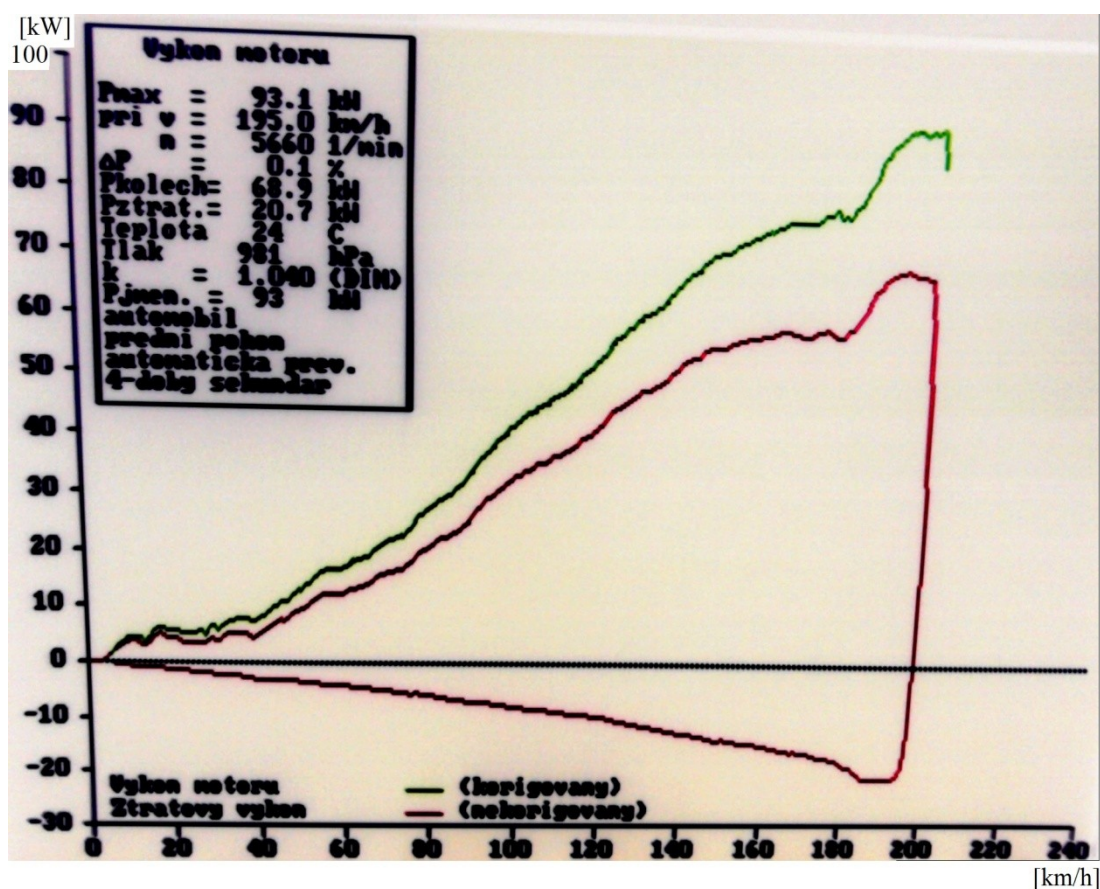
Zkušební krok by měl být dosažen při polovině jmenovitých otáček, potom se zcela sešlápne pedál akceleraace, až se objeví indikace „Auskuppeln“ (vypnout spojku) popř. „Neutralstellung“ (poloha neutrálu). [6]

Motor se nesmí přetočit!

- Okamžitě ubrat plyn a současně vypnout spojku, převodovku přepnout do polohy neutrálu. Vozidlo nechat na válcích doběhnout.
- Při polovině zkušební rychlosti lze měření ukončit tlačítkem č. 4.
- Potom lze vozidlo pomalu brzdít až do zastavení.
- Indikace měřených hodnot se provede až po zastavení válců.
- Pro uložení měřených hodnot stisknout tlačítko 5. [6]

Vozidla s automatickou převodovkou

Vozidla s automatickou převodovkou se zkoušejí v poloze D. Na rozdíl od vozidel s manuální převodovkou se smí u všech vozidel s automatickou převodovkou, nezávisle na tom zda mají nebo nemají spojku, sešlápnout zcela pedál akcelerace teprve tehdy, když je zkušební rychlost popř. když jsou zkušební otáčky tak vysoké, aby se při plné akceleraci neprovedlo podřazení. Při indikaci „Auskuppeln“ (vypnutí spojky) se páka řazení ihned nastaví do polohy N a motor se krátkodobě udržuje cca. 10 % pod jmenovitými otáčkami. [6]



Obrázek 14: Graf Naměřeného výkonu na PCT300 korigovaný dle normy DIN
(**Výkon korigovaný**, **Výkon nekorigovaný-ztrátový**).

Metoda DIN70020

Tato metoda na korekci výkonu, standart doporučený DIN70020 (DIN, 1986), nebere v úvahu změny vlhkosti vzduchu. Pokud se atmosférické podmínky odlišují pouze mírně s ohledem na standardní stav, pak celkovou účinnost motoru, konkrétní teplo paliva a poměr vzduchu lze považovat za konstanty.

DIN70020 metoda označuje za referenční atmosférické podmínky $p_0 = 1,01325 \text{ bar}$ a $T_0 = 293 \text{ K}$. [9]

Výkon motoru

$P_{\max} = 93.1 \text{ kW}$
 $p_{ri} \ v = 195.0 \text{ km/h}$
 $n = 5660 \text{ 1/min}$
 $\Delta P = 0.1 \%$
 $P_{kolech} = 68.9 \text{ kW}$
 $P_{ztrat.} = 20.7 \text{ kW}$
 $T_{eplota} = 24 \text{ }^{\circ}\text{C}$
 $T_{lak} = 981 \text{ hPa}$
 $k = 1.040 \text{ (DIN)}$
 $P_{jmen.} = 93 \text{ kW}$
 automobil
 predni pohon
 automaticka prev.
 4-doby sekundar

Obrázek. 15: Detail měření výkonu na PCT300 zadané a naměřené hodnoty



Obrázek 16: Výkon zjištěný pomocí TAT software
(výkon korigovaný, moment korigovaný)

Podle řádného postupu k měření výkonu jsem nastavil požadované hodnoty a následně ověřil měřením. Na obrázku 14 vidíme graf výkonu jak korigovaného dle normy DIN tak nekorigovaného (ztrátového výkonu) v závislosti na rychlosti. Na obrázku 15 lze vidět jak zadané tak změřené hodnoty.

Maximální naměřený výkon $P_{\max}=93.1\text{kW}$ při rychlosti $v=195\text{km/h}$ a při otáčkách motoru $n=5660\text{ 1/minutu}$ se liší od jmenovitého výkonu $P_{\text{jmen.}}=93\text{kW}$ o $0,1\%$ (ΔP - rozdíl výkonu).

Dále můžeme vidět změřený výkon na kolech (P_{kolech}) a ztrátový výkon ($P_{\text{ztrat.}}$). To vše při teplotě nasávaného vzduchu 24°C a atmosférickém tlaku 981hPa .

Na obrázku 16. můžeme vidět výkon motoru zobrazený s točivým momentem v závislosti na otáčkách. Naměřený výkon $93,2\text{kW}$ se shoduje s daty udávanými výrobcem s tím rozdílem, že byl naměřen při nižších otáčkách než výrobce uvádí.

3.3.2. Točivý moment

Při tomto měření se využívají hodnoty naměřené při měření výkonu následně zpracované vyhodnocovacím grafickým programem TAT-DynoMight.

Zkušebna PCT300 se propojí sériovým portem s počítačem s nainstalovaným programem TAT.

Máme-li propojenou zkušebnu PCT300 a počítač se spuštěným programem TAT, zbývá pro načtení dat do programu na PCT300 stisknout tlačítko F4 uložit.

Data budou automaticky načteny a připraveny ke zpracování. [6]

Grafy momentu a také výkonu lze zobrazit v závislosti jak na otáčkách motoru, tak na rychlosti vozidla.

Naměřený moment na obrázku 17. je $157,3\text{Nm}$ nekorigovaný při 4140 otáčkách za minutu, shodující se s daty udávanými výrobcem. Tento moment se po korekci dle normy DIN70020 zvýší na 163.5Nm .

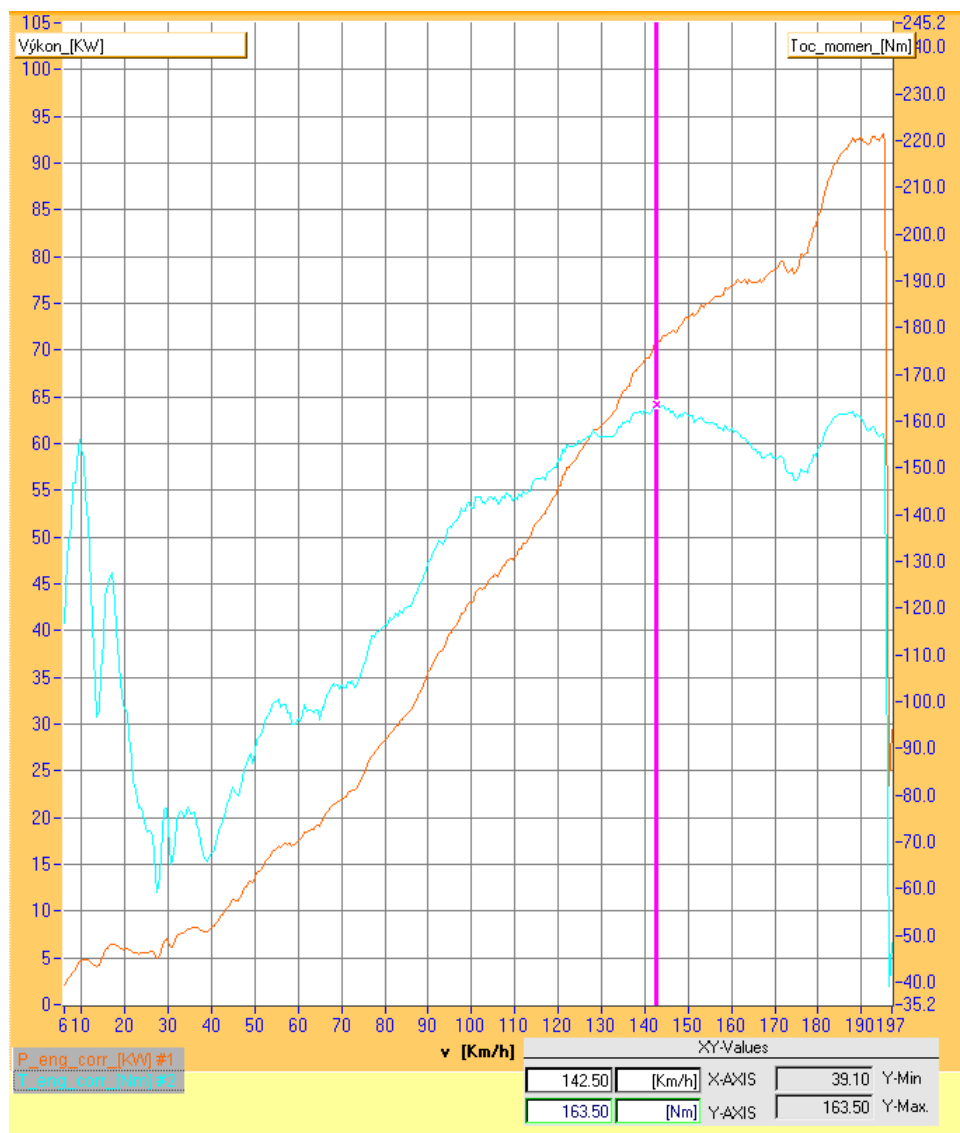
Viditelné nárazové skoky točivého momentu na začátku grafu, jsou způsobeny přecházením rychlostních stupňů.



Obrázek 17: Moment zjištěný pomocí TAT software v otáčkách za minutu
zobrazený s výkonem motoru.

(výkon korigovaný-nekorigovaný, moment korigovaný-nekorigovaný)

Korigovaný moment 163,5Nm dle normy DIN70020 na obrázku 18. je nejvyšší při 142,5Km/h. Stejná velikost rychlosti platí i pro maximální moment nekorigovaný.



Obrázek 18: Moment korigovaný zjištěný pomocí TAT software
v závislosti na rychlosti zobrazený s výkonem motoru.
(výkon korigovaný, moment korigovaný)

3.3.3. Výkon na kolech

Změna parametru měření v_{soll} :

Pomocí tlačítka < nebo > nastavit požadovanou zkušební rychlost.

Průběh měření:

Zkušební stolice je ihned připravena k měření s novými parametry měření.

Rozjet se s prvním převodovým stupněm a potom řadit nahoru na zkušební převodový stupeň. Potom zcela sešlápnout pedál akcelerace, až se přestanou měnit indikované hodnoty měření pro výkon na kolech.

Pro uložení měřených hodnot stisknout tlačítko 5.

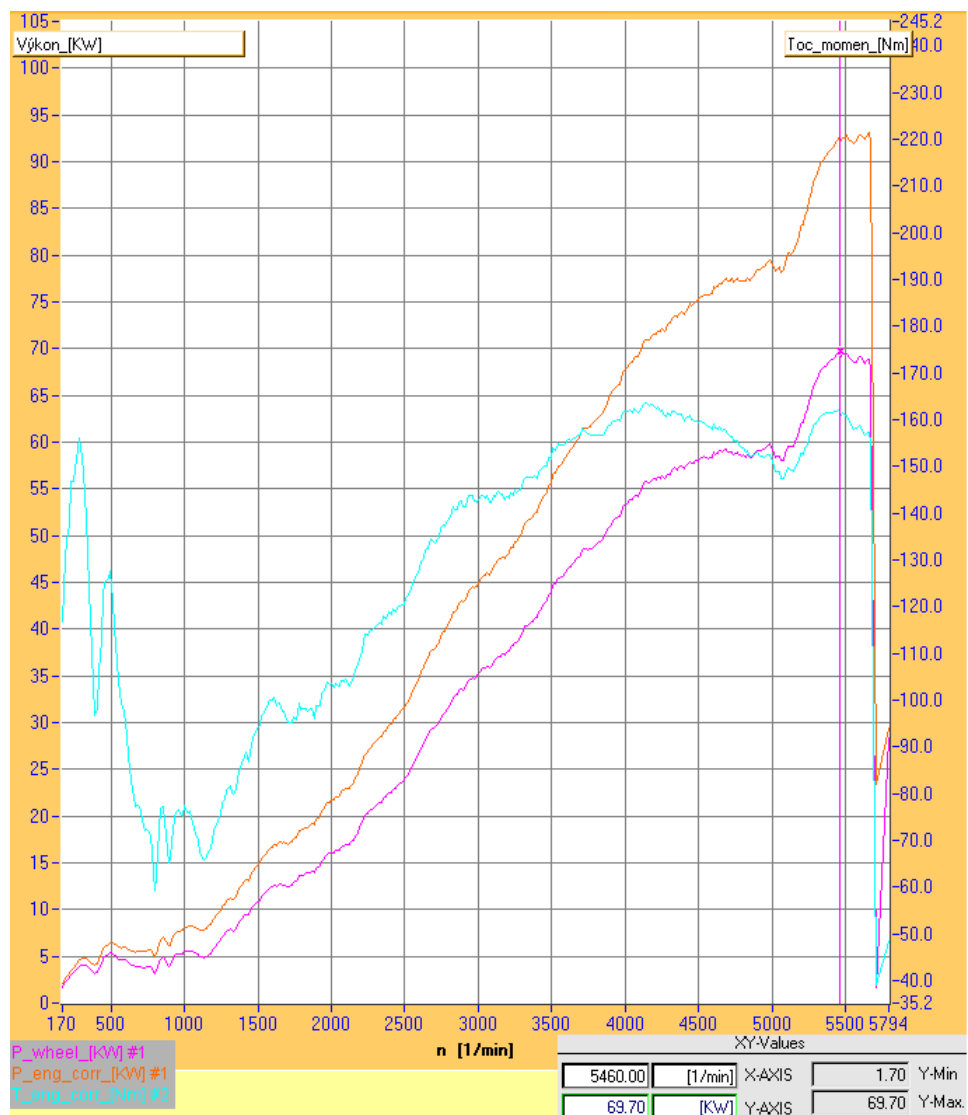
Do paměti lze uložit až 5 měřicích hodnot a tabulku lze zobrazit a vytisknout.

Pokud je uloženo více než 5 měřených hodnot, bude vždy přepsána 5. paměť.

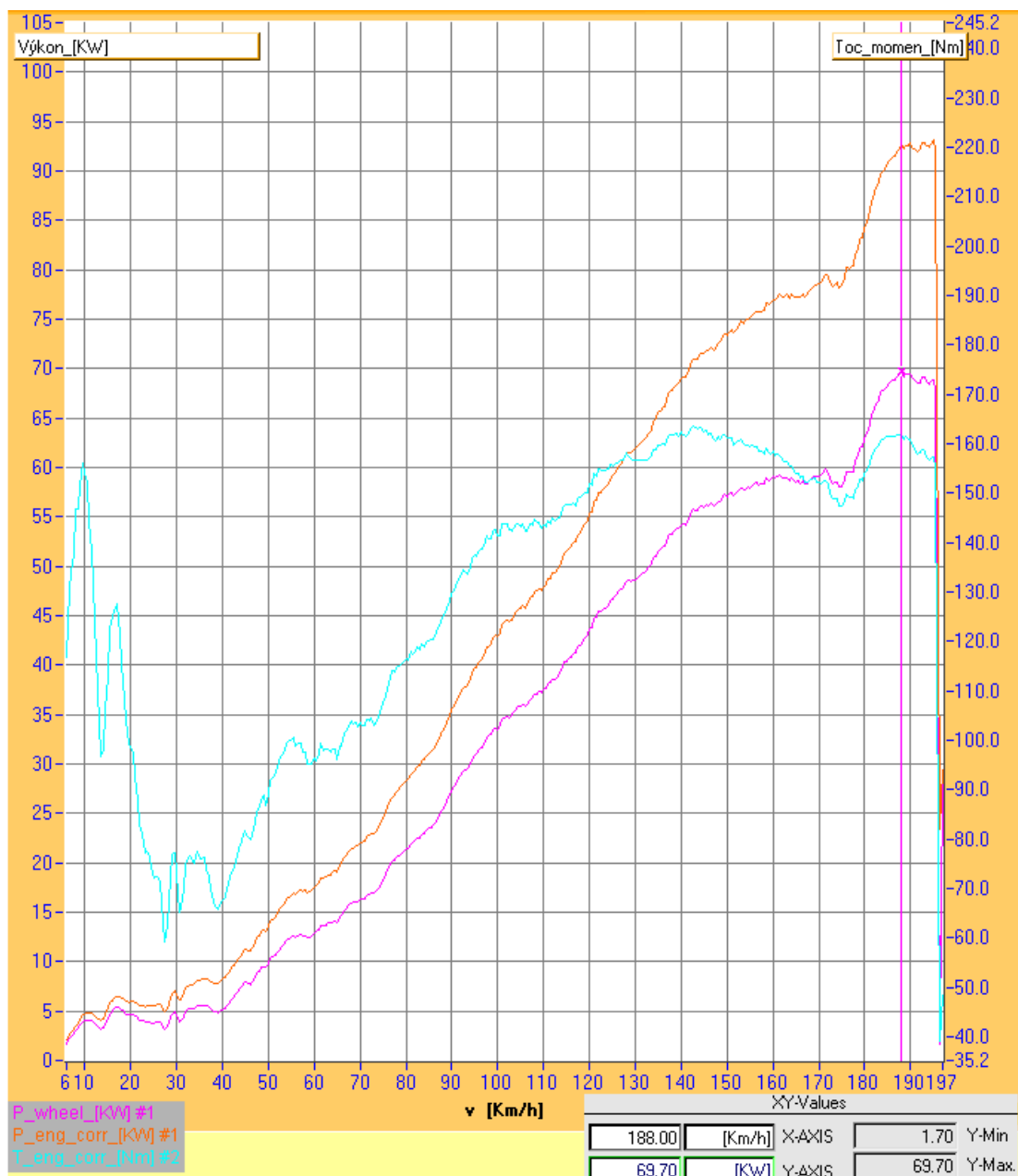
Pro zobrazení tabulky stisknout tlačítko 4. [6]

| Výkon na kolech | | | |
|-----------------|-------|---------------|----------|
| | Výkon | Otáčky motoru | Rychlost |
| | [kW] | [1/min.] | [km/h] |
| 1. | 24.2 | 2440 | 60.0 |
| 2. | 33.2 | 3260 | 80.3 |
| 3. | 39.1 | 3660 | 90.3 |
| 4. | 42.4 | 4080 | 100.4 |
| 5. | 49.7 | 4470 | 110.3 |

Tabulka 1: Výkon na kolech naměřený pomocí PCT300



Obrázek 19: Výkon na kolech zjištěný pomocí TAT software z prvního měření Výkonu vozidla v závislosti na otáčkách motoru zobrazen s výkonem motoru a točivým momentem (Výkon na kolech, Výkon motoru, Točivý moment).



Obrázek 20: Výkon na kolech zjištěný pomocí TAT software z prvního měření Výkonu vozidla v závislosti na rychlosti zobrazen s výkonem motoru a točivým momentem (Výkon na kolech, Výkon motoru, Točivý moment).

Z grafu 1. A obrázků 19. A 20. lze vyčíst, že výkon na kolech stoupá s rostoucími otáčkami a rostoucí rychlostí. Maximální výkon na kolech zjištěný pomocí TAT software je 69,7kW.

3.3.4. Tažná síla

Změna parametru měření F_{soll} na PCT300

Pomocí tlačítek < nebo > nastavit požadovanou tažnou sílu.

Zkušební stolice je ihned připravena k měření s novým parametrem měření.

Průběh měření

Rozjet se s prvním převodovým stupněm a potom řadit nahoru na zkušební převodový stupeň.

Potom zcela sešlápnout pedál akceleraace, až se přestanou měnit indikované hodnoty měření pro tažnou sílu.

Pro uložení měřených hodnot stisknout tlačítko 5. Do paměti lze uložit až 5 měřicích hodnot a tabulku lze zobrazit a vytisknout.

Pokud je uloženo více než 5 měřených hodnot, bude vždy přepsána 5. paměť.

Pro zobrazení tabulky stisknout tlačítko 4. [6]

| Tažná síla | | | |
|------------|----------|---------------|----------|
| | Zatížení | Otáčky motoru | Rychlost |
| | [N] | [1/min.] | [km/h] |
| 1. | 1404 | 2780 | 57,9 |
| 2. | 1204 | 2960 | 65,6 |
| 3. | 1498 | 2340 | 57,1 |
| 4. | 1445 | 2340 | 57,3 |

Tabulka 2: Měření tažné síly za pomoci PCT300

Měřením tažné síly se dá ověřit chování vozidla při jízdě podobné stoupání vozovky.

Zvyšování zatížení je srovnatelné s narůstajícím stoupáním a naopak.

Rychlost a otáčky motoru klesají s narůstajícím zatížením

3.3.5 .Simulace jízdy

Údaje W_1 v kW vypočítány při 90 km/h.

Změna parametrů měření W_l = odpor vzduchu, W_r = valivý odpor a m = hmotnost vozidla.

Po stisknutí tlačítka 3. stojí kurzor u W_l . Stisknutím tlačítka < nebo > nastavit příslušný výkon.

Pomocí numerických kláves na klávesnici lze hodnotu W_l zadat také přímo. Potvrzení W_l a přepnutí na W_r tlačítkem 3. Zadání W_r a hmotnosti vozidla jako u W_l . Po přepnutí tlačítkem 3 je zkušební stolice znovu připravena k měření s novými parametry měření.

Průběh měření

Po zadání parametrů měření lze vyzkoušet příslušný cyklus jízdy. Pro uložení měřených hodnot stisknout tlačítko 5. Do paměti lze uložit až 5 měřených hodnot a tabulku zobrazit a vytisknout. Když se uloží více než 5 měřených hodnot, bude vždy přepsána 5. paměť. Pro zobrazení tabulky stisknout tlačítko 4. [6]

| Simulace jízdy | | | |
|----------------|-------|---------------|----------|
| | Výkon | Otáčky motoru | Rychlost |
| | [kW] | [1/min.] | [km/h] |
| 1. | 12,0 | 2250 | 36,7 |
| 2. | 14,3 | 2020 | 69,6 |
| 3. | 17,4 | 2350 | 81,0 |
| 4. | 23,7 | 2940 | 101,0 |
| 5. | 32,1 | 3580 | 123,3 |

Tabulka 3: Měření Simulace jízdy za pomoci PCT300

Ztrátový výkon odporem vzduchu byl zadán experimentálně $W_l = 8\text{kW}$, ztrátový výkon valivým odporem byl vypočítán $W_r = 4,6\text{kW}$ (viz. Kapitola Možnosti měření – simulace jízdy) a váha vozidla byla zadána dle výrobce.

Měření bylo provedeno se zařazeným převodovým stupněm D. Při této simulaci se dá ověřit chování vozidla za provozu. Naměřené výkony jsou v nízkých hodnotách, protože motor nebyl vytáčen do maximálních otáček.

3.3.6. Měření zrychlení

- v_{start} výchozí rychlost v km/h pro měření akcelerace
- v_{stop} koncová rychlost v km/h pro měření akcelerace
- v - aktuální rychlost jízdy v km/h
- t -potřebný čas v s pro akceleraci z v_{start} na v_{stop}

Změna parametrů měření v_{start} a v_{stop}

Po stisknutí tlačítka 3 nebo klávesy **F1 (Parameter)** na klávesnici stojí kurzor u v_{start} . Stisknutím tlačítka < nebo > se nastaví odpovídající rychlost. Pomocí numerických kláves na klávesnici lze v_{start} zadat také přímo.

Potvrzení v_{start} a přepnutí dále na v_{stop} pomocí tlačítka 3.

– Zadání v_{stop} jako u v_{start} .

Po dalším přepnutí tlačítkem 3. je zkušební stolice opět připravena pro měření s novými parametry měření.

Průběh měření

Rozjet se prvním převodovým stupněm a postupně přepínat až na zkušební převodový stupeň. Potom zcela sešlápnout pedál akcelerace. Při dosažení rychlosti jízdy vstart začíná běžet čas t . S dosažení vstop se čas t zastaví. Nadále je indikována aktuální rychlost jízdy. [6]

| Zrychlení | | | |
|-----------|----------------|---------------|-------------|
| | Rychlost start | Rychlost stop | Doba trvání |
| | [km/h] | [km/h] | [s] |
| 1. | 30 | 100 | 4,4 |
| 2. | 50 | 120 | 7,2 |

Tabulka 4: Měření zrychlení za pomoci PCT300

Zrychlení z 30km/h na 100km/h trvalo 4,4 sekundy a z 50km/h na 120km/h trvalo 7,2 sekundy.

3.3.7. Ujetá vzdálenost

$s_{průf}$ dráha, která se má ujet podle tachometru

s_{nenn} skutečně ujetá dráha

v aktuální rychlost jízdy

Změna parametrů měření $s_{průf}$

Po stisknutí tlačítka 3 stojí kurzor u $s_{průf}$.

Stisknutím tlačítka < nebo > se nastaví odpovídající ujetá dráha.

Pomocí numerických kláves na klávesnici lze $s_{průf}$ zadat také přímo.

Po dalším přepnutí tlačítkem 3 je zkušební stolice opět připravena pro měření s novými parametry měření.

Průběh měření

Při nízké rychlosti jízdy ujet trasu podle tachometru a porovnat ji se skutečně ujetou trasou. Zpět do menu pro výběr programů tlačítkem 4. [6]

| Ujetá vzdálenost | | |
|-----------------------|----------|------------------|
| Odečtená z tachometru | Naměřená | Vypočtený rozdíl |
| [km] | [km] | [%] |
| 1,600 | 1,611 | 0,6 |

Tabulka 5: Měření ujeté vzdálenosti za pomoci PCT300

Rozdíl mezi odečtenou a naměřenou hodnotou je 0,6%.

Chyba může být způsobena nepřesným nastavením kilometrovníku a nepřesným odečtením (lidský faktor).

3.3.8. Kontrola tachometru

v_{soll} rychlost vozidla podle tachometru

v_{ist} skutečná rychlost vozidla

Změna parametrů měření v_{soll}

Po stisknutí tlačítka 3 stojí kurzor u v_{soll} . Stisknutím tlačítka < nebo > se nastaví odpovídající rychlost jízdy. Pomocí numerických kláves na klávesnici lze v_{soll} zadat také přímo. Po dalším přepnutí tlačítkem 3 je zkušební stolice opět připravena pro měření s novými parametry měření.

Průběh měření

Najet na odpovídající rychlost jízdy podle tachometru a stisknout tlačítko 5.

Do paměti lze uložit až 10 měřených hodnot a ty zobrazit a vytisknout v tabulce.

Pokud se uloží více než 10 měřených hodnot, bude přepsána 10. paměť.

Pro zobrazení tabulky stisknout tlačítko 4.

| Kontrola tachometru | | |
|---------------------|---------------------|-------------------|
| | Rychlost požadovaná | Rychlost naměřená |
| | [km/h] | [km/h] |
| 1. | 30 | 28,6 |
| 2. | 50 | 47.2 |
| 3. | 80 | 76.9 |
| 4. | 90 | 86.3 |
| 5. | 100 | 94.7 |
| 6. | 110 | 105.1 |
| 7. | 120 | 114 |
| 8. | 130 | 124.8 |
| 9. | 140 | 133.5 |
| 10. | 150 | 143.9 |

Tabulka 6: Kontrola tachometru za pomoci PCT300

Výpočet rozdílu:

$$x = \frac{28,6 \cdot 100}{30} = 95,33\% \text{ z toho plyne, že rozdíl je } 4,67\%$$

Rozdíly se pohybují od 4 do 5,6%.

Naměřené rozdíly jsou způsobeny jak nepřesným nastavením tachometru, tak nepřesností odečítání z tachometru (lidský faktor).

4. ZÁVĚR

Cílem této práce bylo seznámit se vozidlovou dynamickou válcovou zkušebnou jako takovou. Práce popisuje co je to válcová zkušebna a k čemu slouží.

Jsou zde popsány základní vlastnosti zkušeben, jak fungují, k čemu je vhodné jejich využití (principy a způsoby měření) a k čemu se využívá nejčastěji.

Dále podrobně popsáno ústrojí vířivé brzdy, která bývá součástí vozidlových zkušeben, jenž dodává brzdný účinek, díky kterého je možné provádět měření.

Poté jsem se zaměřil na konkrétní vozidlovou válcovou zkušebnu PCT300.

Je zde podrobně vysvětleno vše o schopnostech a možnostech jejího využití k dynamickým testům. Zabýval jsem se zkušebnami FLA202, FLA203 a FLA206, jejichž rozdíly jsou popsány v této práci.

Následně jsem na zkušebně FLA203 prakticky ověřil celé spektrum možností měření (jenž jsou popsány v práci) na PCT300 a vyhodnotil data naměřená na vozidle Hyundai i30. Jelikož PCT300 sama o sobě neumí zjistit točivý moment, musel být využit grafický program TAT-DynoMight, který využívá data z měřeného výkonu.

Díky toho jsem ověřil funkčnost vozidla v rámci možností PCT300 a mohl jsem porovnat data udávána výrobcem.

5. LITERATURA

- [1] Rollinger Mirek. *Motocomtest* [online]. c2004, last revision 9. června 2009 [cit. 5. 3. 2011]. <<http://www.motocom.cz/mereni.htm>>.
- [2] Rollinger Mirek. *Motocomtest* [online]. c2004, last revision 9. června 2009 [cit. 5. 3. 2011]. <<http://www.motocom.cz/mereni2.htm>>.
- [3] Institute for Information System of MENDELU. *Válcový dynamometr pro osobní automobily* [online]. Last revision 14. října 2009 [cit. 7. 3. 2011]. <<http://utad.af.mendelu.cz/en/info/technika/auto>>.
- [4] Ing. Jaroslav Novák, CSc.. *Elektro :: Dynamometr na vířivé proudy a jeho regulace* [online]. c2007, last revision 6. května 2011 [cit. 7. 3. 2011]. <http://www.odbornecasopisy.cz/index.php?id_document=25051>.
- [5] Bosch, R., c1999. Zkoušení a měření s počítačem řízenými válcovými zkušebními výkonu pdf dokument [fla.pdf]
- [6] Bosch, R., c1999. Zkušební stolice pro funkční a výkonovou analýzu pdf dokument [fla203a.pdf]
- [7] *Krouticí moment – Wikipedie* [online]. Last revision 23. dubna 2011 [cit. 4. 4. 2011] <http://cs.wikipedia.org/wiki/Kroutic%C3%AD_moment>.
- [8] *TAT DynoMight II ,Enhancement I ,Grahical Analysis , for the Bosch FLA 202/203/206 Rolling Roads* Rev.: 2009,dokument je dostupný na <[www: TAT-RD.de](http://www.TAT-RD.de)> [INSFLAE1.pdf]
- [9] J. R. Sodr  and S. M. C. Soares. Comparison of Engine Power Correction Factors for Varying Atmospheric Conditions c2003, (a10v25n3.pdf) dokument je dostupný na <www.scielo.br/pdf/jbsms/v25n3/a10v25n3.pdf>.

6. SEZNAM PŘÍLOH

1. Vzorová laboratorní úloha